



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BİSİKLETÇİLERDE BİLİŞSEL YORGUNLUĞUN VE
BİLİŞSEL YORGUNLUK İLE BİRLİKTE KAFEİN
TÜKETİMİNİN FONKSİYONEL EŞİK GÜÇ VE
FİZYOLOJİK YANITLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL

**SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Fırat AKÇA**

**ANKARA
2022**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİSİKLETÇİLERDE BİLİŞSEL YORGUNLUĞUN VE
BİLİŞSEL YORGUNLUK İLE BİRLİKTE KAFEİN
TÜKETİMİNİN FONKSİYONEL EŞİK GÜÇ VE
FİZYOLOJİK YANITLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL

**SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Fırat AKÇA**

**ANKARA
2022**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Bisikletçilerde Bilişsel Yorgunluğun ve Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte Kafein Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç ve Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Ad-Soyad: Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL

Tarih: 14/10/2022

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Spor Bilimleri Anabilim Dalında
Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL tarafından hazırlanan “Bisikletçilerde Bilişsel Yorgunluğun ve Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte Kafein Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç ve Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:
14.10.2022

İmza
Doç. Dr. Gökmen ÖZEN
Çanakkale Onsekiz Mart
Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza
Prof. Dr. Fırat AKÇA
Ankara Üniversitesi
Raportör

İmza
Doç. Dr. Dicle ARAS
Ankara Üniversitesi
ÜYE

İmza
Doç. Dr. Erşan ARSLAN
Tokat Gaziosmanpaşa
Üniversitesi
ÜYE

İmza
Doç. Dr. Burcu ERTAŞ DÖLEK
Ankara Üniversitesi
ÜYE

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza
Unvanı Adı Soyadı
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	xi
Çizelgeler	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Bisikletin Alt Disiplinleri	4
1.1.1. Yol Bisikleti	5
1.1.2. Dağ Bisikleti	6
1.1.3. Pist Bisikleti	7
1.1.4. Cyclocross	8
1.1.5. BMX Serbest Still	8
1.1.6. Trial	8
1.1.7. E-spor	9
1.2. Bisiklet Sporunda Performans Parametreleri	9
1.2.1. Fonksiyonel Eşik Güç (FEG)	13
1.2.2. Kadans	18
1.3. Egzersize Fizyolojik Yanıtlar	21
1.3.1. Kalp Atım Hızı	22
1.3.2. Laktat Seviyesi	27
1.3.3. Glukoz Seviyesi	32
1.3.4. Algılanan Zorluk Derecesi	35
1.4. Kafein	36
1.4.1. Kafein Metabolizması	38
1.4.2. Kafein Etki Mekanizması	39
1.5. Bilişsel Yorgunluk	43
1.5.1. Fiziksel Performansa Etkisi	43
1.5.2. Fizyolojik Yanıtlar Üzerine Etkisi	46
1.6. Bisiklet Sporunda Performans Ölçme ve Değerlendirme	48
1.6.1. Sprint Güç Testi	50
1.6.2. Kademeli Artan Test	50
1.6.3. Sahada Laktat Eşik Testi	52
1.6.4. Kritik Güç Testi (KG)	52
1.7. Amaç	53
1.8. Problem Cümlesi	53
1.9. Alt Problemler	54
1.10. Denenceler	55
1.11. Sınırlılıklar	57
1.12. Araştırmanın Önemi	58

2. GEREÇ VE YÖNTEM	59
2.1. Araştırma Deseni	59
2.2. Katılımcılar	63
2.3. Veri Toplama Araçları	64
2.3.1. Antropometrik Ölçümler	65
2.3.1.1. Vücut Kompozisyonun Ölçülmesi	66
2.3.2. Fizyolojik Ölçümler	66
2.3.2.1. Fonksiyonel Eşik Güç Değerinin Ölçülmesi	67
2.3.2.2. Kalp Atım Hızı ve Algılanan Zorluk Derecesinin Ölçülmesi	68
2.3.2.3. Kapiller Laktat ve Glukoz Değerlerinin Ölçülmesi	69
2.3.3. Bilişsel Fonksiyon Ölçümleri	70
2.3.3.1. Stroop Testinin Uygulanması	70
2.3.3.2. Bilişsel Yorgunluk Oluşumu ve Değerlendirilmesi	72
2.3.4. Kafein Tüketim Ölçümleri ve Kafein Uygulaması	73
2.3.4.1. Günlük Kafein Tüketim Miktarının Belirlenmesi (Kafein Tüketim Formu)	73
2.3.4.2. Kafein Kapsülü ve Plasebo Uygulaması (NSK Kafein ve K2 Kapsül)	74
2.3.5. Psikolojik Ölçümler	75
2.3.5.1. Dört Boyutlu Yakınma Listesi (4BYL)	75
2.3.5.2. Görsel Analog Skala (GAS)	75
2.3.5.3. Görev Yük Endeksi Ölçeği (NASA-TLX)	76
2.3.5.4. BRUNEL Ruh Hali Ölçeği (BRUMS)	77
2.4. İstatistiksel Analiz	78
3. BULGULAR	80
3.1. Bilişsel Yorgunluk Oluşumu	80
3.2. Bilişsel Yorgunluk Etkisi	87
3.2.1. Bisiklet Performans ve Fizyolojik Parametrelere Etkisi	87
3.2.2. Psikometrik Etkisi	90
3.3. Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte Kafein Tüketiminin Etkisi	93
3.3.1. Bisiklet Performans Parametrelerine Etkisi	93
3.3.2. Fizyolojik Parametrelere Etkisi	95
3.3.3. Psikometrik Etkisi	98
3.4. Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte 400 mg Kafein Tüketiminin Zamana Bağlı Etkisi	102
3.4.1. Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisi	102
3.4.2. Bisiklet Performans Parametreleri Üzerindeki Etkisi	106
3.4.3. Bisiklet Performans Parametrelerinin Zamansal Değişimi	109
4. TARTIŞMA	114
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	146
ÖZET	151
SUMMARY	152
KAYNAKLAR	153
EKLER	175
EK-1. Ankara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı	175
EK-2. Türkiye Tıbbi Cihaz Kurumu Etik Kurul Onayı	177
EK-3. Kurum İzni	180
EK-4. Araştırma Amaçlı Çalışma için Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	181

EK-5. Kişisel Bilgi Formu (Olgu Rapor Formu)	184
EK-6. NASA-TLX Görev Yük Endeksi Ölçeği	186
EK-7. Dört Boyutlu Yakınma Listesi (4BYL)	187
EK-8. Görsel Analog Skala (GAS)	190
EK-9. Kafein Tüketim Formu	192
EK-10. Brunel Ruh Hali Ölçeği (BRUMS)	193
EK- 11. Algılanan Zorluk Derecesi Skalası (AZD)	194
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



ÖNSÖZ

Tüm yaşamı boyunca spor yapan bir birey olarak, bireysel açıdan hayalini kurduğum, sportif anlamda her başarıya ulaştığım gibi şimdi de tüm insanlığa hizmet etme fikrinin beni motive etmesi ile bilimsel hayatta başarılı olma hayalini kurmuş ve doktora eğitimi ile yeni bir sürece başlamış bulunuyorum. Bu hayalimi gerçekleştirme yolunda doktora eğitimimi, Türkiye'nin en köklü üniversitelerinden biri olan, emeğe ve insana değer veren Ankara Üniversitesi'nde tamamlamaktan onur duyuyorum. Spor Bilimi alanında bizleri aydınlatan, bilgiyi aktaran, fikirlere önem veren tüm hocalarımla mirası olan bilim adamı olmanın büyük sorumluluğunu taşıyorum. Önce spor hayatım, ardından eğitimim boyunca elde ettiğim tecrübe ve bilgilerimle yaptığım bu araştırmanın hem literatüre hem de bisiklet sporuna emek veren tüm sporcu ve antrenörlere, en önemlisi insanlığa faydalı olmasını temenni ediyorum.

Bu bilimsel araştırmanın her adımı, spor hayatım boyunca aklıma takılan tüm soruların cevabını bulmak için, spor yapan her bireye derin bir saygı duyarak ve spor bilimleri alanına çok küçük bir katkı sağlama ihtimali göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Nitekim kendimde içinde olduğu büyük bir soru işareti ile başladığım problem cümlemi, her yaşta birçok sporcunun yaşadığı düşüncesi ile tez konusu tasarlandı. Ancak bu konuyu düşünmem, aklıma gelmesi ve çalışılabilirliği hususunda ışıktan tutan; kısacası araştırmanın tasarım sürecinde beni aydınlatan, doktoramın tüm aşamalarında ve tez konumun belirlenmesi sırasında bana özgürce düşünme ortamı yaratan, fikirlerime saygı duyan, beni anlayan ve hiçbir konuda desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Fırat AKÇA'ya, ayrıca doktora eğitimim boyunca bilimsel olarak yol gösteren ve tez konumun belirlenmesinde desteği olan Doç. Dr. Dicle ARAS'a, akademik hayata başladığımdan bu yana bilgi ve tecrübesini bana aktarmaktan çekinmeyen, her zaman yanımda olan, bana ışıktan tutan sevgili hocam Doç. Dr. Gökmen ÖZEN'e, lisans eğitimimde her zaman destek olan ve lisansüstü eğitime başlamamda öncü olan değerli hocam Prof. Dr. Orhan ASLAN'a, doktora eğitimime başladığımda ilk danışmanım olan ve sonrasında her

zaman bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Velittin BALCI'ya, ölçümler sırasında hep yanımda olan Spor Hekimi Uzman Dr. Ayşe Birsu TOPÇUGİL KIRIK'a, ölçümlerde en önemli teçhizatı bana sağlayan WAHOO Türkiye distribütörü ADK Bisiklet'e, hayatım boyunca her anlamda beni destekleyen annem Zahide ATEŞ, babam Fahrettin KÜRKÇÜ ve kardeşim Yılmaz KÜRKÇÜ'ye, hem spor hayatım hem de doktoram boyunca maddi manevi yanımda olan ve ayrıca ölçümlerde yardımcı olan sevgili eşim, yoldaşım, hayat arkadaşım Zeynel AKGÖNÜL'e, araştırmaya katılan ve zaman ayıran tüm sporcu arkadaşlarıma teşekkür ederim.



SİMGELER VE KISALTMALAR

AÜ	Ankara Üniversitesi
AZD	Algılanan Zorluk Derecesi
BEİ	Biyoelektrik İmpedans
BRUNEL	BRUMS Ölçeği
BY	Bilişsel Yorgunluk
BY _{kon}	Bilişsel Yorgunluk Kontrol Haftası
BY _{den}	Bilişsel Yorgunluk Deney Haftası
BY _{kaf}	Bilişsel Yorgunluk Kafein Haftası
BY _{pla}	Bilişsel Yorgunluk Plasebo Haftası
DEÜ	Dokuz Eylül Üniversitesi
Din	Dinlenim
DKB	Diastolik Kan Basıncı
FEG	Fonksiyonel Eşik Güç
G	Güç
G _{maks}	Maksimum Güç
GAS	Görsel Analog Skala
GLU	Glukoz
GLU _{ön}	Test Öncesi Glukoz
GLU _{son}	Test Sonrası Glukoz
ISAK	International Society for the Advancement of Kinantropometri
KAD	Kadans
KAD _{maks}	Maksimum Kadans
KAF	Kafein
KAH	Kalp Atım Hızı
KAH _{maks}	Maksimum Kalp Atım Hızı
LA	Laktat
LA _{ön}	Test Öncesi Laktat
LA _{son}	Test Sonrası Laktat
LA _{maks}	Maksimum Laktat

NASA-TLX	NASA Görev Yük Endeksi
NG	Normalize Güç
OG	Ortalama Güç
PLA	Plasebo
RG	Rölatif Güç
RVIP	Rapid Visiual Information Processing
SKB	Sistolik Kan Basıncı
TT	Zamana Karşı
VA	Vücut Ağırlığı
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
VYO	Vücut Yağ Oranı
4BYL	Dört Boyutlu Yakınma Listesi
W	Watt
cm	Santimetre
dk	Dakika
dl	Desilitre
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
mm	Milimetre
mmHg	Milimetre Civa
ml	Mililitre
mg	Miligram
mmol	Milimol
p	İstatistiksel yanılma düzeyi
N	Denek sayısı
Ss	Standart sapma
X	Aritmetik ortalama
%	Yüzdelik oran

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Bisiklet performansına etki eden faktörlerin şematik gösterimi	10
Şekil 1.2. Elit düzey bir bisikletçinin yol bisikleti yarışmasındaki kalp atım hızı grafiği	23
Şekil 1.3. Elit düzey bir bisikletçinin 5 turluk dağ bisikleti yarışmasındaki kalp atım hızı grafiği	24
Şekil 1.4. Elit düzey bir bisikletçinin zamana karşı yarışmasındaki kalp atım hızı grafiği	24
Şekil 1.5. Elit düzey bir bisikletçinin dağ bisikleti yarışmasındaki kalp atım hızı ve güç grafiği	25
Şekil 1.6. Bisikletçilerde birinci ve ikinci laktat kırılma noktası	29
Şekil 1.7. Mental yorgunluğun performans üzerine etkisinin şematik gösterimi	46
Şekil 1.8. Bisikletçilerde artırmalı yük sırasında kalp atım hızı değişimi ve laktat eşliği noktasının belirlenmesi	51
Şekil 1.9. Kritik gücün zamana bağlı değişimi	53
Şekil 2.1. FEG test ısınma protokolü	61
Şekil 2.2. Araştırma deseni	62
Şekil 2.3. Çalışma şeması	65
Şekil 3.3. Stroop test reaksiyon süresi ortalamalarının setlere göre değişimi	84
Şekil 3.4. Stroop test doğru oranı ortalamalarının setlere göre değişimi	85
Şekil 3.5. Bilişsel yorgunluğun psikometrik etkisi	92
Şekil 3.6. Bilişsel yorgunluğun GAS ölçeği üzerine etkisi	93
Şekil 3.7. Normalize güçteki zamansal değişim	109
Şekil 3.8. Ortalama güçteki zamansal değişim	110
Şekil 3.9. Ortalama kalp atım hızındaki bireysel değişim	110
Şekil 3.10. Ortalama kalp atım hızı yüzdelik oranındaki bireysel değişim	111
Şekil 3.11. Ortalama kadans değerindeki bireysel değişim	111
Şekil 3.12. Maksimum güç değerindeki bireysel değişim	112
Şekil 3.12. Maksimum kalp atım hızı yüzdelik oranındaki bireysel değişim	112
Şekil 3.13. Maksimum kadans değerindeki bireysel değişim	113

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Fonksiyonel eşik gücün uluslararası değerlendirme kriterleri	18
Çizelge 1.2. Tırmanış etabı güç, kalp atım hızı ve kadans ortalama değerleri	31
Çizelge 1.3. Düz yol etabı güç, kalp atım hızı ve kadans ortalama değeri	32
Çizelge 1.4. Yaygın tüketilen yiyecek ve içeceklerin içerdğ kafein miktarı	41
Çizelge 1.5. Bisikletçilerde sprint test sınıflaması	50
Çizelge 3.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler	80
Çizelge 3.2. BY _{den} haftası Stroop test tamamlama süresinin setlere göre farkının istatistiğı	82
Çizelge 3.3. BY _{kaf} ve BY _{pla} haftasına ait Stroop test tamamlama süresinin setlere göre farkının istatistiğı	83
Çizelge 3.4. Setlere göre Stroop test reaksiyon sürelerindeki farkın istatistiğı	84
Çizelge 3.5. BY _{pla} haftası, setlere göre Stroop test doğru oranlarındaki farkın istatistiğı	86
Çizelge 3.6. BY _{den} ve BY _{kon} haftasında, bisikletçilerin performans değerleri ve fizyolojik yanıtlarındaki farkın istatistiğı	87
Çizelge 3.7. BY _{den} ve BY _{kon} haftasında, bisikletçilerin sistolik ve diastolik kan basıncı ile test öncesi ve sonrası laktat ve glukoz değerlerindeki farkın istatistiğı	89
Çizelge 3.8. BY _{den} ve BY _{kon} haftasında, bisikletçilerin 4BYL puanlarındaki farkın istatistiğı	90
Çizelge 3.9. BY _{den} ve BY _{kon} haftasında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeğı dinçlik ve bitkinlik alt boyut puanlarındaki farkın istatistiğı	90
Çizelge 3.10. BY _{den} ve BY _{kon} haftasında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeğı depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanlarındaki farkın istatistiğı	91
Çizelge 3.11. BY _{den} ve BY _{kon} haftasında, bisikletçilerin GAS ölçeğı ön test ve son test toplam puanlarındaki farkın istatistiğı	92
Çizelge 3.12. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin performans parametrelerindeki farkın istatistiğı	94
Çizelge 3.13. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin fizyolojik yanıtlarındaki farkın istatistiğı	95

Çizelge 3.14. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin SKB, DKB, LA _{son} ve GLU değerlerindeki farkın istatistiği	96
Çizelge 3.15. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin test öncesi LA değerlerindeki farkın istatistiği	97
Çizelge 3.16. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyutları puanlarındaki farkın istatistiği	98
Çizelge 3.17. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanlarındaki farkın istatistiği	99
Çizelge 3.18. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin 4BYL ölçeği toplam puanları arasındaki farkın istatistiği	99
Çizelge 3.19. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin GAS ölçeği toplam puanlarındaki farkın istatistiği	100
Çizelge 3.20. BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin NASA-TLX ölçeği puanlarındaki farkın istatistiği	101
Çizelge 3.21. Bisikletçilerin FEG test sırasındaki fizyolojik yanıtların zamansal değişiminin karşılaştırılması	103
Çizelge 3.22. BY _{kon} , BY _{den} , BY _{kaf} , BY _{pla} haftalarında, bisikletçilerin FEG test 20 dk dilimindeki AZD ve GLU değerlerinin zamansal değişiminin karşılaştırılması	104
Çizelge 3.23. Bisikletçilerin FEG test sırasındaki performans parametrelerinin zamansal değişiminin karşılaştırılması	107

1. GİRİŞ

Bisiklet; iki tekerlek aracılığıyla ilerleyen ve kas gücü ile çalışan bir mekanizmaya sahip motorsuz bir taşıttır, bisiklet sporu ise bisiklet kullanılarak yapılan spor dalının adıdır. (Morpa, 2005). Bu sporda amaç, belirlenmiş olan bir mesafeyi en kısa süre içerisinde bitirmektir. Yaygın kullanıma sahip olan bisiklet sporu olimpiik bir branştır ve başlangıcı 15. yüzyıla kadar dayanmaktadır. O zamanlar araştırmacılar ve yeni buluş yapanlar tarafından birçok bisiklet tasarımı yapılarak ilk zamanlarda özellikle dört tekerli bisikletler üzerinde durulmuştur (Özen, 2018).

İlk bisikletin ilkel şekilde 1493 yılında Leonardo Da Vinci ve onun öğrencisi tarafından çizildiği söylenir. Bu çizimlerden yararlanarak Kirkpatrick Mc Mullan 1839-1840 yılları arasında ilk bisikleti tasarlamıştır. Boran Karl Drais tarafından tahtadan yapılan bu bisikletin madeni yapımı 1818 yıllarında İngiliz Brich tarafından yapılmıştır. Bu zamana kadar yapılan bisikletler pedalsız, sağ ve sol ayağın itme gücünden yararlanarak hareket ettirilmiştir. Bisiklet üzerine pedal düşüncesi ilk kez 1855 yılında Fransız Ernest Michaux tarafından düşünülmüştür. 1870 lerde geliştirilen pedallı bu modele “Bicyole” adı verilmiştir (Süme ve Özsoy, 2010).

Bisiklet yarışları ilk defa 1868 yılında Saint Cloud bölgesinde yapılmış ve yarışı demirden tekerlekli ağaç bir bisikletle İngiliz James Moore kazanmıştır. Spor olarak bisiklet, günden güne gelişme göstererek binici sayısı çoğalmış ve 1881 yılında Fransa Bisiklet Federasyonu kurulmuştur. Bisikletin yürüyeninde, zincirli aktarıcı sistem ve hava ile doldurulabilen lastiğin keşfedilmesiyle birlikte bisiklet bugünkü halini almıştır. Türkiye’de ilk olarak Bakırköy, Maslak ve Fenerbahçe’de yol bisikleti yarışları; Fenerbahçe Stadyumu’nda ise pist bisikleti yarışları yapılmış; ardından önce 1923 yılında İdman Cemiyetleri İttifakı’nın, akabinde Bisiklet Federasyonu’nun kurulması, bisiklet sporunun kitlelere yayılması ve ulaşmasında büyük rol oynamıştır (Morpa, 2005; Koçak, 2018).

Bisiklet sporu olimpiyat oyunlarına 20. yüzyıl başlarında dâhil olabilmıştır. Bireysel zamana karşı yarışmaları 1912 de eklenmiş, kadınlar yol bisikleti yarışmaları 1984 Londra olimpiyatları, kadınlar zamana karşı yarışmaları ise 1996 Atlanta'da yer almıştır (Kürkcü Akgönül, 2019). Bisiklet sporunda dünya şampiyonası ilk defa 1990 yılında, olimpiyat oyunları ise ilk defa 1996 Atlanta'da gerçekleşmiştir. Sonraki yıllarda bisiklet yarışlarının sayısı artmış ve sporcular sezon içerisinde birçok yarışmaya katılabilir hale gelmiştir. Yol bisikleti, branş içerisinde en uzun sürede yarış ve antrenman mesafesine sahip disiplindir. Yol bisikleti yarışları ortalama 80 dakika ila 6 saat arasındaki sürelerde gerçekleşmektedir (Boyraz, 2018). Bu nedenle yol bisikleti disiplininde dayanıklılık ön plandadır.

Bisiklet, dünyada en sık uygulanan boş zaman aktivitelerinden biridir. İlk bakışta, bisiklet sürmek için gereken teknik becerilerin sadece pedal çevirmeye dayanarak kolay görünse de; farklı disiplinleri olan bisiklet sporuna daha keskin bir bakışla hemen hemen tüm motor yetenekleri barındırdığı söylenebilir. Ancak genel anlamda, bisiklet sporunda dayanıklılık performansı baskın performans belirleyicisidir. Bununla birlikte, yokuş yukarı tırmanışta, zamana karşı sürüşte veya yüksek güç çıktıları gerektiren BMX, pist disiplinleri için güç, sınırlayıcı bir faktördür. Bunun yanı sıra, dağ bisikletinde ve cyclo cross disiplinlerinde, teknik iniş-çıkış yapma, viraj alma, toplu start alınan yarışlarda, iyi bir pozisyon alabilmek için hızlı reaksiyon gösterme gibi teknik beceriler başarılı sonuç elde etmede büyük bir öneme sahiptir. Özellikle bisikletlerin sabit vitesli ve frensiz olduğu pist yarışlarında bu beceriler başarılı bir şekilde rekabet edebilmek için ön koşuldur. Bisiklet yarışlarındaki çok yönlülük bilgisi, antrenörlerin ve bilim adamlarının hedeflerine başarılı şekilde ulaşmaları ve uygun antrenman metotlarını uygulamaları için bir ön koşuldur (Nimmerichter, 2011).

Dayanıklılık performansı, bisikletçiler için önemli bir gereksinimdir ve oksidatif fosforilasyon yoluyla ATP'yi yeniden sentezleme yeteneği olarak tanımlanabilir. Aerobik güç, yani ATPnin yeniden sentezi için kullanılan maksimum oksijen oranı (VO_{2maks}), aerobik kapasite ile belirlenir. Sjøgaard, amatör bisikletçilerde aerobik güç seviyesinin 56 ml/dk/kg, elit bisikletçilerde ise 71

ml/dk/kg olduğunu tespit etmiştir (Sjøgaard, 1984). VO_{2maks} , laktat birikimi olmadan yapılan işin harcanan enerjiye oranı, mekanik verimlilik olarak da tanımlanmaktadır. Pist bisikleti ve dağ bisikletindeki iniş aşağı yapılan downhill yarışları ve sprint yarışları dışında, bisikletçilerin en göze çarpan özellikleri aerobik güçleri ve kapasiteleridir (Nimmerichter, 2011).

Genel bir çerçeve ile bakıldığında, bisiklet performansını etkileyen birden fazla faktör vardır (Şekil 1.1). Son yıllarda bisikletle ilgili yapılan bilimsel çalışmalardan elde edilen sonuçlar dikkat çekicidir. En etkileyici yeniliklerden biri, mobil güç sayaçlarının geliştirilmesidir. Güç çıkışının doğrudan bisiklet üzerinde ölçülmesi ve sahada uzun süreli antrenman sırasında ve yarışta fizyolojik taleplerin incelenmesi ile araştırmalar hız kazanmıştır (Nimmerichter, 2011).

Literatürde elit seviye bisikletçilerin birçoğunun, yıllık antrenman hacminin, orta yoğunluk bölgesinde ($\sim$ %70), yaklaşık 30000 km veya 1000 saat olduğu rapor edilmiştir (Lucia ve ark., 1999, Lucia ve ark., 2000; Padilla ve ark., 2001). Birinci sınıf performansın geliştirilmesi ve yılın büyük bir bölümünde, haftada 20-30 saat antrenman yapma toleranslarının olduğunu, bu toleransın ise birkaç yıllık antrenman geçmişi gerektirdiği belirtilmiştir. Bilimsel çalışmalardaki raporlardan birinde, Fransa Turu'nu yedi kez kazanan Lance Armstrong'un 21-28 yaşları arasındaki yedi yıllık dönemde; VO_{2maks} 'ının 6 l/dk/kg veya 80 ml/dk/kg ve laktat eşiği oluşumunun % 76-85 VO_{2maks} düzeyinde olduğu ve bu değerlerin bu dönem boyunca nispeten sabit kaldığı bildirilmiştir. Ancak çalışmadaki en dikkate değer gözlem, Armstrong'un 5 l/dk lık belirli VO_{2maks} 'daki güç çıkışının 374 W düzeyinden 404 W değerine yükseltmesini sağlayan kas verimliliğindeki %8 oranında bir gelişme olmuştur. Araştırmacılar, bu gelişmenin, birkaç yıl boyunca çoğu zaman 3-6 saat yoğun antrenmanın sonucunda, vastus lateralis'teki tip II kas lifi türünün tip I kas lifi türüne dönüşmesinin bir sonucu olabileceğini varsaymışlardır (Coyle, 2005; Nimmerichter, 2011).

Bisikletçilerde elit performansı geliştirmede, antrenman hacminin aşamalı artışının, uzun vadeli hedefler için kilit nokta olduğu; ancak, bisiklet kariyerinin ilk

aşamasında, 15 ve 13 yaş altı kategorilerde, antrenman süresinin yaklaşık %50'sinin erken uzmanlaşmayı önlemek için bisiklet dışı aktivitelerden oluşması gerektiği bildirilmiştir. 13-15 yaş altı dönemde, yüksek düzeyde teknik beceri kazanmak için, bisiklet antrenmanının ana bölümünde dağ bisikleti ile antrenman yapılabileceği ve kariyer ilerledikçe antrenmanların daha özel hale gelmesi ve antrenman süresinin neredeyse tamamının yol bisikleti ile yapılması önerilmektedir (Nimmerichter, 2011).

Elit seviyeye ulaştıkça ve hedefe yaklaştıkça sporcuların antrenman hacmini artırmaları gerekmektedir. Olimpiyat sezonundaki bir bisikletçinin, 20 haftalık ilk hazırlık aşamasının ardından haftalık antrenman miktarının yaklaşık 500 saat civarında olduğu; antrenmanın büyük bölümünde yol bisikleti (%60), dağ bisikleti (%22) ve ağırlık antrenmanı (%9) yaptığı ve bisiklet antrenmanının %85 oranında büyük bir kısmının, temel dayanıklılığı geliştirmek için uzun ve sabit sürüşler şeklinde yapıldığı rapor edilmiştir. Hazırlık aşamasını takip eden 8 haftalık yarışma periyodunda, %50 yol bisikleti ve %38 dağ bisikleti antrenmanı yapıldığı ve yüksek yoğunluklu egzersiz oranının %25'e yükseltildiği bildirilmiştir. Bunun sonucunda ise Kasım 2007 sezon başlangıcı ile Ağustos 2008 sezon sonu arasında uygulanan sezon antrenmanının, solunum eşiğinde %6 ve maksimum güç çıkışında %5 oranında gelişim gösterdiği vurgulanmıştır (Nimmerichter, 2011).

1.1. Bisikletin Alt Disiplinleri

James Moore'nin 1868'de kazandığı 1200 metre uzunluğundaki yarışmalarla başlayan resmi müsabakalar, daha sonra dünya çapına yayılarak, günümüzde 21 gün 3500 kilometrelik yarışmalar haline gelmiştir. Bisiklet yarışları 7 farklı disiplinde gerçekleştirilmektedir (UCI, 2021).

1.1.1. Yol Bisikleti

Asfaltta sürülen, ince tekerleklerle, düşük gidona ve hava direncine karşı akıcı özelliğe sahip bisikletlerin kullanıldığı yol bisikleti disiplininde sporcular, performanslarını üst düzeylere çıkartabilen hafif metaller (karbon, titanyum vb) kullanmaktadırlar. Yol yarışları, tek günlük veya birkaç günlük etaplar halinde olabilmekte, en az 3 km prolog veya en fazla 260 km etaptan oluşabilmektedir (Boyraz, 2018). Ayrıca Paris-Roubaix yarışları gibi noktadan noktaya veya Dünya Şampiyonası gibi belirli bir parkurdan birkaç kez geçilerek yapılabilmektedir (UCI, 2021).

Yol bisikleti yarışları ilk zamanlarda kısa sprintler veya altı günlük etaplı yarışmalar halinde düzenlenirken bugün en prestijli organizasyonlar haftalar sürmekte ve birçok etaptan oluşmaktadır. Bunlardan en önemli olanları, 3540 km mesafede Fransa Bisiklet Turu, 3615 km mesafede İtalya turu, 3297 km mesafede İspanya turu 21 etaplı olarak gerçekleşmekte iken; ülkemizde 1023 km mesafede Cumhurbaşkanlığı Bisiklet Turu, 6 etap üzerinden organize edilmektedir (Herlihy, 2004). Yol yarışları dışında sporcular minimum 20 km bireysel zamana karşı ve maksimum 50 km takım zamana karşı yarışmalarında da rekabet etmektedirler.

Yol bisikleti yarışlarındaki parkur profilinin iniş ve tırmanışlardan oluşmasından dolayı, yol bisikleti sporcuları farklı fiziksel özelliklere sahip olabilmektedirler. Literatürde genel olarak yüksek dayanıklılık gerektiren yol bisikleti disiplininde, ihtiyaç duyulan enerji yollarının %95'inin aerobik yoldan ve %5'inin ise anaerobik yoldan temin edildiği bildirilmiştir. Ancak sporcuların fizyolojik karakteristiklerine göre metabolik gereksinimleri değişkenlik gösterebilmektedir. Yarışların iniş etaplarında ve son sprintte sprinter özellikli bisikletçiler oldukça yüksek bir kadans seviyesine çıkabilmektedirler ve bu tip sporcularda patlayıcı güç gözle görülür motorik özelliklerdendir. Yokuşlu etaplarda, vücut ağırlıkları düşük ancak aerobik dayanıklılıkları yüksek tırmanışçı (climber) bisikletçiler ciddi düzeyde iyi performans göstermektedirler. Bireysel olarak, rüzgara karşı tek başına, hiçbir yardım almadan en yüksek güç üretebilen zamana karşıcular

ise sahip oldukları hızı ve tempoyu çok uzun bir süre sürdürebilen bir vücut yapısına, 500 W üzerinde laktat eşiğine ve yüksek VO_{2maks} değerlerine sahiptirler (Gregor ve Conconi, 2008). Bisiklet sporcularının sahip oldukları özelliklere göre de belirgin fiziksel farklılıkları olduğu; tırmanışçıların kısa boylu ve az vücut ağırlığına, sprinterlerin hipertrofik kas yapısı ve daha ağır vücut ağırlığına, zamana karşıcuların ise uzun boylu ve tırmanışçı ile sprinter arası vücut ağırlığına sahip olduğu rapor edilmiştir (Kürkcü Akgönül, 2019).

1.1.2. Dağ Bisikleti

Dağ bisikleti, teknik inişler, kayalık geçişler, ormanlık bölge geçişleri vb gibi engebeli arazide sürülen disiplindir. Dağ bisikleti mevcut koşullara uygun bir bisiklet olan, en az ön veya ön-arka iki amortisörden oluşabilir. Bisikletin teker aksamı jant ebatı daha kalın ve zemine tutunması açısından lastikler dişli yapıya sahiptir. Dağ bisikletinde hız, yol bisikletine nazaran daha az olmasına rağmen harcanan enerji daha fazldır. Çünkü engebe nedeniyle hız sürekli azalmakta ve hızı sürdürebilmek için sürekli pedala kuvvet uygulanmaktadır.

Dağ bisikleti kendi içerisinde olimpiik kros, maraton, eliminatör, downhill (tepe iniş), four kross-4X (4'lü sprint), enduro olmak üzere altı farklı alt disiplinde yapılmaktadır ve içlerinde en popüler olanı olimpiyatta yer alan olimpiik cross-country dağ bisikleti yarışmalarıdır. Olimpiik kros yarışları, 4 ila 6 km mesafedeki parkurda yapılmaktadır. Yarış süresi, yaş ve kategorilere bağlı şekilde, 80 dk ile 100 dakika arasında değişebilmektedir. Olimpiik kros maraton, 60 ila 160 km mesafedeki dağlık arazideki bir parkurda düzenlenen en uzun versiyondur. Eliminatör yarışı, atlamaların ve köprülerin bulunduğu 500 m ile 1000 m arasındaki bir parkurda, dört sürücünün başlayarak eleme usulü yarıştığı ve iki sporcunun elendiği, dinamik, aksiyon dolu bir formattır. Müsabakalar, bireysel zamana karşı şeklini alan bir eleme turu ile başlar ve bunun sonucunda en hızlı 32 erkek ve 16 kadın yarışmaya katılmaya hak kazanır. Her serideki en hızlı iki binici, bir sonraki tura katılmaya hak kazanır ve format, finalde yarışmak için sadece dört sürücü kalana kadar devam eder.

Downhill, sürücünün bir dizi hızlı ve teknik geçişlerden geçtiği zamana karşı bir yarıştır. Sporcu, yol boyunca ağaç köklerine, eğimli bölümlere, tümseklere, atlamalara ve diğer engellere karşı hızlı iniş yapabilmek için cesaretin yanı sıra keskin teknik ve sürücülük becerisini de göstermekte; erkekler 80 km/s, kadınlar 70 km/s hızlara çıkabilmektedir. 4X yarışlarında, dört katılımcı 30 s ile 1 dk arasındaki parkurda, birlikte başlar, şiddetli ve çekişmeli rekabet sonrasında bitiş çizgisini ilk geçen etabı kazanır. Birkaç eleme turu sonrasında final etabı koşulur. Enduro yarışları, birkaç zamanlı aşama içerir ve aşamalarda elde edilen süreler toplam süreyi oluşturur. Bir enduro parkuru, çeşitli arazi şekillerinden; dar, geniş, yavaş ve hızlı yolların bir karışımından oluşur. Enduro yarışları, sporcuların dayanıklılık, hız ve teknik becerilerin bir kombinasyonunu kullanmasını gerektirir (UCI, 2021).

1.1.3. Pist Bisikleti

Pist yarışlarının tarihi on dokuzuncu yüzyıl sonlarına kadar uzanmaktadır. İlk Dünya Şampiyonası 1893'te düzenlenmiştir. Pist bisikleti sporcuları, fiziksel olarak "yol bisikleti sporcularından" daha fazla kas kütesine sahip güçlü atletlerdir (UCI, 2021). Pist yarışmaları "veledrom" adı verilen, en uç kısımları 180 derece viraja sahip, oval, zemini parkeden yapılmış özel ve kapalı alanda yapılmaktadır. Veledrom uzunlukları, genellikle 500 m, 400 m, 333,33 m veya 250 m olabilmektedir. Pist mesafesi, 1950 yılına kadar 500 m iken, günümüzde 250 m olarak yapılmaktadır. Pistin zemin yapısı içeriden dışarıya doğru, asgari 12⁰, azami 45⁰ eğime sahiptir. Pistin orta kısmı, sporcular ve takımlar tarafından, ısınma, soğuma, masaj ve etaplı yarışlarda dinlenme alanı olarak kullanılmaktadır. Yarışmalar sprint, dayanıklılık ve kombine yarışlar olmak üzere üç disiplin altında gerçekleşmektedir. Sprint yarışları; bireysel sprint, takım sprint, kilometre ve keirin; dayanıklılık yarışları; bireysel takip, takım takip, puan yarışı, madison ve strach; kombine yarışlar; omnium olmak üzere on kategoride yapılmaktadır (Boyraz, 2018; UCI, 2021). Pist bisikleti, genel anlamda patlayıcı kuvvet gerektirdiğinden, pist sporcularının kas yapısı diğer disiplinlere nazaran daha hipertrofiktir.

1.1.4. Cyclocross

Cyclo-cross yarışları, 2,5-3,5 km mesafede ve tur süresi takriben 7-8 dakika süren, teknik ve engebeli bir parkurda, toplamda yaklaşık 40-50 dakika süren yarışlardır. Cyclo-cross, başarılı bisiklet kullanma becerisi ve hatasız fiziksel uygunluk gerektirdiğinden bisiklet konusunda gerçek bir kondisyon sağlar. Merdiven çıkışı gibi zorlayıcı bölümler olduğundan, yarışmacılar bu bölümlerde bisikletini taşımak zorunda kalmaktadırlar. İlk cyclo-cross Dünya Şampiyonası 1950'de yapılmıştır (UCI, 2021).

1.1.5. BMX Serbest Still

BMX serbest stil, binicilerin bir dizi yürütme hilesinden oluşan rutinleri gerçekleştirdiği muhteşem bir disiplindir. Düz zeminde, sokaklarda, toprak atlamalarda, yarım boruda ve özel yapılmış rampalar gibi çeşitli zeminlerde yapılabilir. Yarışmada, sporcular parkur veya hareketin zorluğu, özgünlük ve kullandıkları stil ile performanslarının kalitesine göre değerlendirilir (UCI, 2021).

1.1.6. Trial

Trial, en heyecan verici ve muhteşem bisiklet disiplinlerinden birisidir. Diğer bisiklet disiplinlerinden farklı olarak, ana faktörün denge ve kontrol olduğu bu yarışma türü, 1970'lerde Avrupa'da başlamış ve büyümüştür. 1985'ten beri, Trial UCI merkezi ile tamamen bütünleşmiştir. İlk UCI Trial Dünya Şampiyonası 1986'da gerçekleşmiş, on dört yıl sonra 2000 yılında ilk kez UCI Trial Dünya Kupası yapılmıştır. En fazla Dünya Şampiyonu unvanını Belçika, Fransa, Almanya, İspanya ve İsviçreli sürücüler kazanmıştır. UCI Trial Dünya Gençlik Oyunları'nın ilki 2000 yılında gerçekleştirilmiştir ve 16 yaş altı erkek ve kız sporcular için önemli uluslararası etkinliklerden birisidir (UCI, 2021).

1.1.7. E-spor

Bisiklet sporcuları için kapalı alanda bisiklet sürmenin yalnız, monoton ve zorlu bir uğraş olduğu bilinmektedir. Akıllı cihazlar ve son teknoloji ürünü yazılımlar dâhil olmak üzere yeni teknoloji sayesinde, bisikletçiler dinamik, motive edici ama yine de zor antrenman ve yarışma oturumlarında, dünyanın dört bir yanından çevrimiçi katılan rakiplere karşı e-spor ile üstünlük sağlayabilmektedirler. 2020 yılı başında oluşan pandemi salgını sebebiyle, sporcuların dışarıya çıkamamaları, yarışmaların mecburen iptal edilmesi gibi sebeplerle bisikletçiler kapalı alanda trainer sistemi ile antrenman yapmak zorunda kalmışlardır. Pandeminin uzun sürmesi ile birlikte e-spor uygulamaları sayesinde sporcuların sanal alanda birlikte antrenman yapabilmesi fikri açığa çıkmış ve 2020 yılı sonunda ilk kez e-spor Dünya Bisiklet şampiyonası yapılmıştır (UCI, 2021).

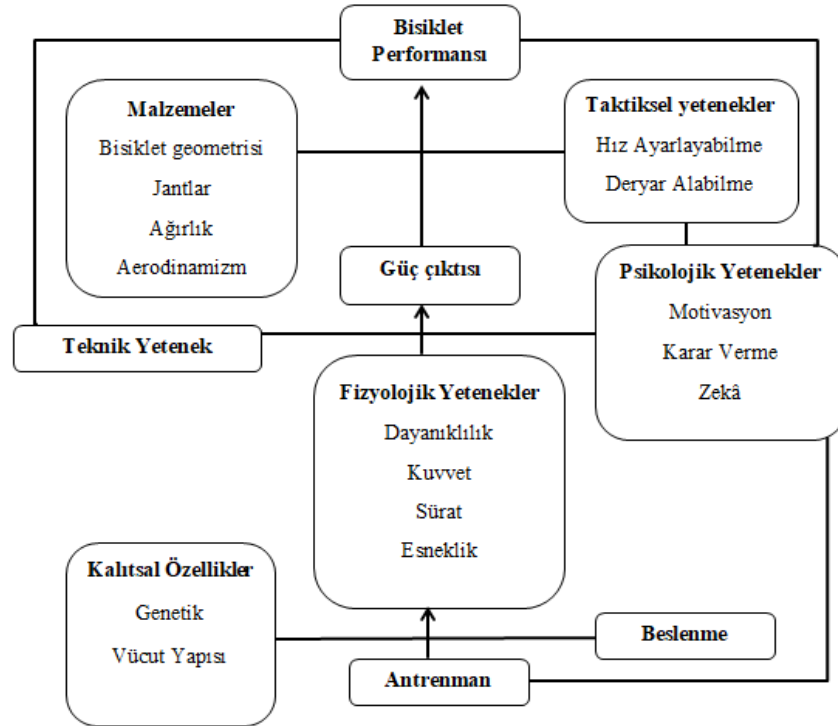
Sanal ortamda oluşturulan parkurlarda ve çevrim içi oluşturulan sürüş grupları birbirleriyle antrenman ve yarış yapabilmektedir. Çevrim içi yapılan bu etkinlikler, yalnızca uygun programlar üzerinden yürütülebilmektedir. Ortam, her ne kadar sanal olsa da, yapılan egzersiz ve harcanan enerji dışarıda yapılan antrenman veya yarışma ortamı ile benzer orandadır.

1.2. Bisiklet Sporunda Performans Parametreleri

Bisiklet performansına etki eden etmenlerin anlaşılması, egzersiz protokollerinin benimsenmesinde, antrenman metotlarının re etelenmesinde ve araştırma tasarımlarının oluşturulmasında sporcular, antrenörler ve egzersiz bilimciler için faydalı olacaktır. Bu faktörler; aerodinamik pozisyon, deryar alabilme, hava direnci, ekipman, pedal devri, zirve g  , ekonomi, verimlilik, yoğunluk, kas yapısı, hız stratejisi, y  sekli e aklimatize olabilme gibi etkenler bisiklet performansını etkileyen başlıca faktörlerdir. Bunlardan; aerodinamik direnç, bisikletçilerin üstesinden gelmesi gereken en b  y k direnç g  c d r. Bisiklet  zerindeki pozisyon, bacak g  c n n başarılı bir şekilde transferini sağlamak için,

gövdeden bisikletin aktarıcısına kadar bisiklet konfigürasyonu sağlama ve zirve güç çıkışının, bisiklet başarısı ile yüksek oranda ilişkili görünmektedir. Aynı şekilde vites oranı ve pedal çevirme kadansının da doğrudan bisiklet ekonomisi/verimliliğinde önemli derecede etkiye sahip olduğu bilinmektedir, ancak bu savı doğrulamak için daha fazla saha araştırmasına ihtiyaç vardır (Faria ve ark., 2005).

Bisiklet üzerindeki ortalama hızı etkileyen faktörler, Jeukendrup ve Martin (2001) tarafından, iç ve dış faktörler olarak ikiye ayrılmıştır. Bunlar; mekanik güç üretimini etkileyen fizyolojik faktörler iç faktörler ve güç talebini etkileyen mekanik ve çevresel-dış faktörler olarak tanımlanmıştır. Bu faktörler, bisiklet performansını etkilese de, en açık şekilde yarış taktikle rinin daha az önemli olduğu zamana karşı performansını etkilemektedir. Antrenman, yükseklik antrenmanı, karbonhidrat kullanımı ve kafein tüketimi gibi etkenler iç faktörler; vücut ağırlığı, bisiklet üzerindeki duruş-pozisyon, bisiklet kıyafeti, ekipman ve bisiklet dış faktörler olarak sayılabilir.



Şekil 1.1. Bisiklet performansına etki eden faktörlerin şematik gösterimi (Atkinson ve ark., 2003; Nimmerichter, 2011)

Diğer branşlarda olduğu gibi bisiklet sporcularının da yeteneklerine göre sahip oldukları fiziksel ve fizyolojik özellikler belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle, özellikle elit düzeyde mücadele eden sporcuların performans gereksinimlerini belirlemek amacıyla, sporcuların sahip oldukları fiziksel özellikleri ile birlikte sahip oldukları kondisyonel-fizyolojik durumun da detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir (Baltzopoulos ve Gleeson, 2001; Schmidt, 2014b). Bu konuda literatürde yol bisikleti ile ilgili yapılan çalışmalarda; genel olarak iyi antrenmanlı yol bisikletçilerinin vücut ağırlıklarının sahip oldukları özelliğe göre en az 60, en fazla 75 kg, boy uzunluklarının en az 170, en fazla 185 cm, vücut yağ oranının ortalama %8, beden kütle indeksinin en az 19, en fazla 22 kg/m², oksijen tüketim kapasitelerinin en az 5,0 l.dk⁻¹, en fazla 5,5 l.dk⁻¹ ve vücut ağırlığı başına en az 70 ml.kg⁻¹.dk⁻¹, en fazla 80 ml.kg⁻¹.dk⁻¹ düzeyinde olduğu, anaerobik eşiklerinin ise %90 VO_{2maks} seviyesinde olduğu bildirilmiştir (Faria ve ark., 2005; Sewall ve Fernhall, 1995). Elit seviye bisikletçilerin sahip oldukları fiziksel ve fizyolojik özellikleri, sporcuların yarıştığı disipline ve mevcut fiziksel karakteristik özelliğine; sprinter, tırmanışçı, zamana karşıcı olmasına göre farklılık gösterebilmektedir (Lee ve ark., 2002). Tırmanış özelliğine sahip sporcuların kısa boylu ve az vücut ağırlığına sahip olduğu, sprinter özellikteki sporcuların vücut ağırlığının daha fazla ve kaslarının daha hipertrofik olduğu, zamana karşıcıların ise uzun boylu olduğu rapor edilmiştir (Kürkcü Akgönül, 2019).

Spor bilimine özgün araştırmalar için standart koşullar oluşturularak yapılan laboratuvar testleri ile yüksek güvenilirlik ve geçerlilikte sonuçlar elde edilebilmekte, bu bulgular ile sporcuların, psikolojik, fizyolojik ve motorik özellikleri ortaya konmakta ve diğer parametrelerle karşılaştırılabilmektedir (ACSM, 2013; Impellizzeri ve Marcora, 2007). Laboratuvar standartlarında, sporcunun mevcut durumunu veya yapılan antrenmanın metabolizma üzerindeki akut ve kronik etkilerini belirlemek üzere, biyomekanik analizler, antropometrik ölçümler, kuvvet, sürat ve dayanıklılık gibi motor yeti testleri, bunların yanında biyokimya testleri gibi birçok test ve ölçüm yapılabilmektedir. Ölçüm sonuçlarının detaylı analizi ile sporcunun potansiyel durumunun belirlenmesi, antrenman ve müsabakaya doğru hazırlık yapması açısından sporcuya önemli katkılar sunmaktadır (Özen, 2018).

Diğer yandan ölçüm sonuçlarının ısı, nem, rakım, teknik, taktik ve güç çıkışı-hız ilişkisini etkileyebilecek faktörlerden etkilenmemesi laboratuvar testlerinin avantajlı yönüdür. Sonuçların çevresel ve bireysel faktörlerden etkilenmemesi için laboratuvar testlerinin belirli sıklıkta yapılması önerilmektedir (Özen, 2018; Schmidt, 2014a; Schmidt, 2014b).

Bisikletçilerin dayanıklılık kapasitesini değerlendirmek için kullanılan testlerin çoğu, laboratuvar koşullarında sabit bir bisiklet ergometresinde gerçekleştirilir. Performans değerlendirmesi için kullanılan çok sayıda test protokolü olduğundan, altın bir standart test protokolü bulunmamaktadır. Değerlendirme yapmak için seçilen yöntem genellikle araştırmacının tercihini ve deneyimini yansıtır. Bisiklet sporcularına laboratuvarda genellikle belirli bir süre içerisinde tükenmeye yol açan sürekli artan egzersiz testleri uygulanmaktadır. Bu tür testler, VO_{2maks} , KAH_{maks} veya güç çıkışı gibi özellikleri ortaya koyar. Bunun yanında, sporcunun kan laktat konsantrasyonlarına veya sapma noktalarına karşılık gelen maksimum altı parametreler belirlenmektedir (Nimmerichter, 2011). Laboratuvarda bisiklet branşına özgü yapılan diğer uygulamalar; fiziksel özellikleri ortaya koymak için antropometrik ölçümler; aerobik ve anaerobik performansın belirlenmesi için maksimum ve ortalama güç ölçümü, kuvvet performansını ortaya koymak için izometrik, izotonik ve izokinetik kuvvet testleri; herhangi bir uygulamanın metabolik etkisinin belirlenmesi için biyokimya testleri; hareket ekonomisi ve sürat performansını belirlemek için güç ve kadans testleri de yaygın kullanıma sahiptir (Impellizzeri ve Marcora, 2007; Schmidt, 2014a).

Kinantropometrik uygulamalı araştırmalarda, performansın doğrudan ölçümü için kişisel en iyi zaman veya mesafe değeri kullanılırken; performansta ana belirleyici olarak güç çıkışı, anaerobik uygunluk veya aerobik uygunluk değerleri kullanılmaktadır. Örneğin, Schranz ve ark. (2012) genç kürekçilerde kürek performansı ile antropometri arasındaki ilişkiyi araştırmak için sporcunun verebildiği en iyi zamanları kullanmıştır. Bu performans ölçüsü potansiyel olarak öznel olsa da, performansın doğrudan bir ölçümüdür. Fakat her disiplinin kendine has olması sebebiyle farklı performanslar ve performans belirleyicileri bulunmaktadır (Bullas,

2017). Kürek sporunda olduğu gibi, bisiklet branşında da belli bir mesafeyi geçme süresi, en iyi zaman, ortalama hız performansın doğrudan ölçümü olarak kullanılmaktadır. Ancak, özellikle yol bisikletinde rüzgar, eğim vb gibi dış faktörler sporcunun hızını etkileyebilmektedir. Bu nedenle son dönemde bisiklet sporunda güç ölçer ile performans belirleme en güncel yöntemlerden biri olarak kabul görmekte; sporcunun bir pedal hareketinde, bacak gücü ölçümü performansın en somut göstergesi olarak araştırmacılar tarafından yaygın kullanılmaktadır (Prins ve ark., 2007). Sporcuların bacak gücünün yanı sıra, pedal devri (kadans), KAH, kan basıncı, AZD, laktat ve glukoz değerleri de bisikletçilerde ölçülen fizyolojik parametrelerdir.

1.2.1. Fonksiyonel Eşik Güç (FEG)

Günümüzde bisiklet sporcularında atletik potansiyeli üst seviyeye çıkarmak için en etkili aracın güç ölçer (powermetre) olduğu bilinmektedir. Güç ölçer, bisiklet üzerinde pedal çevirirken bisikletçilerin bacak gücü ile üretilen watt (W) miktarını belirleyen ölçüm cihazıdır. Bisiklet üzerinde yapılan iş miktarı birimi W olarak belirlenir ve bisikletçi geliştikçe, yapabildiği iş miktarı, diğer deyişle W değeri artar. Mevcut teknolojide güç ölçerler, bisiklet tekerleğinin göbeğinde, krank kolunun ucunda veya merkezinde, pedallarda olabilmektedir. Sporcu tarafından uygulanan gücün somut olarak sayısal haliyle görülebilmesi için akıllı mobil antrenman cihazları ile takip edilmekte ve bu cihazlarla her birkaç saniyede kaydı yapılabilmektedir. Antrenman bilgisayarları, yalnızca güç ölçümü sonuçlarını değil, daha karmaşık olarak; hız, sıcaklık, kalp atış hızı, kadans, tork, GPS konumu ve sürücünün kat ettiği mesafe dâhil olmak üzere sürücünden birçok ölçümü kaydeder. Böylelikle kaydedilen bilgiler, egzersiz sonrasında bilgisayara indirilerek, optimal antrenman veya yarış performansını belirlemek için ayrıntılı analiz yapılabilir (Cheung ve Zabala, 2017).

Güç ölçer ile antrenman yapabilmek için bisiklet sporcularının öncelikle yapması gereken adım fonksiyonel eşik gücün (FEG) testi ile işlevsel gücün belirlenmesidir. Ancak FEG testinden önce sporcuların güç ölçer ile antrenman

yapmaya başlamadan önce, güç ölçeri kullanmayı öğrenmeleri, ortaya konulan sayısal güç değerlerinin ne anlama geldiğini; kalp atım hızı, kadans, hız gibi değişkenleri ile ne tür ilişkisinin olduğunun anlaşılması oldukça önemlidir. Örneğin, düz yolda, uzun veya kısa tırmanışta, rüzgârlı havada W değerinin nasıl değiştiğinin özümsemesi gerekmektedir. Güç ölçer kullanımının öğrenilmesinden sonra FEG testi yapılabilir. Fonksiyonel eşik güç belirlendikten sonra, sporcular için antrenman bölgeleri belirlenir ve böylelikle yıllık planlamaya dâhil edilir. Sporcunun fonksiyonel güç değişimi yıllık olarak takip edilmelidir. (Cheung ve Zabala, 2017).

Bisiklet sporcularının belli sürede kaç W ürettiğinin, fonksiyonel eşik gücünün (FEG) ortaya konması, kondisyona temel oluşturmak için iyi bir başlangıçtır. Test altı haftada bir yapılarak, performans değişimi izlenebilir, sporcunun mevcut kondisyonu değerlendirilebilir ve ardından test sonuçlarına göre antrenman programında güncelleme yapılabilir. FEG testinin, tekrarlanması durumunda, sahada yapılıyorsa bir önceki test ile aynı parkurda veya laboratuvarında yapılıyorsa bir önceki testte kullanılan mekanizma ile yapılması önerilmektedir. Ayrıca sporcunun bir önceki test diyeti ile aynı diyeti uygulaması, testin saatinin bir öncesiyile aynı saat aralığında yapılması ve hava koşullarının da; ısı, sıcaklık, nem, rüzgar vb açısından önceki test ile benzer olması önerilmektedir (Cheung ve Zabala, 2017).

Literatürde “Functional Treshold Power-FTP” olarak bilinen “Fonksiyonel Eşik Güç-FEG” kavramı, 2006 yılında Allen ve Coggan tarafından bisiklet performans indeksi olarak kabul edilmiştir (Borszcz ve ark., 2018; Allen ve ark., 2019). “Fonksiyonel Eşik Güç” değeri bisiklet sporcularının 60 dk (FEG₆₀) boyunca yorgunluk oluşmadan sürdürebileceği maksimum güç olarak tanımlanmaktadır. Öyle ki yapılan araştırmalarda FEG'den daha yüksek yoğunluklarda sürdürülen egzersiz kararlı duruma ulaşmadığı ve tükenmeye yol açtığı için, kavramsallaştırması “Laktat eşiği 2-LT2” veya maksimal laktat kararlı durumu (Maximal Lactat Steady State-MLSS) ile benzer olduğu bildirilmiştir (Allen ve ark., 2019). Her seviye bisiklet sporcusunda FEG değerinin MLSS değeri ile $r=0,91$ oranında ilişkili olduğu, tüm bisikletçilerin FEG değerinin noninvaziv bir yöntem MLSS değeri olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Borszcz ve ark., 2019). FEG₆₀ süre olarak uygulama

konusunda pratik olmadığından 20 dk sürede verilen ortalama güç değeri ile ilişkisine bakıldığında FEG₂₀ nin %95 ine eşit olduğu görülmüştür. Bazı çalışmalar ayrıca FEG değerini 8 dakikalık test ile ortaya konulan FEG₈ değerinin %90 ına eşit olduğunu rapor etmiştir (Gavin ve ark., 2012; Sanders ve ark., 2017).

20 dakika FEG test (FEG₂₀) Protokolü: Bu testin amacı, tüm test boyunca mümkün olan en yüksek ortalama gücü ortaya koymaktır. Efor sarf ederken, bisikletçi erken tükenmemek için uygun bir tempo ayarladığından emin olmalıdır. Teste, maksimum kalp atış hızının (KAH_{maks}) yaklaşık %65'i kadar bir yoğunlukta 20 dakikalık bir ısınma ile başlanır. Isınmadan sonra, kasları daha fazla hazırlamak için her biri 1 dakika boyunca, dakikada 100 devir ve üzerinde, üç set sprint uygulanır. Sprintler arası toparlanma için bir dakikalık aktif dinlenme verilir. Sprint setleri sonunda KAH_{maks} değerinin %65'i kadar bir yoğunlukta 5 dakika aktif dinlenme uygulanır. Ardından FEG testine yakın yoğunlukta, tükenmeden 5 dakika yüksek yoğunlukta pedal çevrilir. Bu aşamanın iki amacı vardır; sonraki efor için bacakları açmak ve maksimum oksijen kapasitesi (VO_{2maks}) gücünde W üretme yeteneğini görmektir. Bu 5 dakikalık efor ile gerçek FEG değerinin üretilebildiği görülmüştür. Yüksek yoğunluklu efordan sonra %65 KAH_{maks} düzeyinde 10 dakikalık aktif dinlenme ile toparlanma gerçekleştirilir. Isınma protokolü sonrasında FEG testine başlanır (Cheung ve Zabala, 2017).

FEG testi toplamda 20 dakika süren yüksek yoğunluklu bir testtir. Bu test zamana karşıdan çok, maksimum güç üretme testidir. Laboratuvarda veya sahada; rüzgârsız, dik olmayan rampalarda, açık alanda yapılabilir. Test boyunca olabildiğince güçlü, sabit bir efor ile sürülmesi önerilmektedir. Çünkü çok yaygın bir hata olan, sert başlangıçlar testin tamamlanamamasına sebep olabilir. Bunun yerine zamanla hızlanmak ve bu hızı korumaya çalışmak, fonksiyonel gücü ortaya koymak için en iyi strateji olarak görülmektedir. Daha somut bir yaklaşım ise ilk 2 dakikada tahmini FEG değerinizin biraz altında başlamak ve daha sonraki zamanlarda bunu artırarak gidip, son 3 dakikada maksimumda sürmektir. Test sonrasında KAH_{maks} değerinin %65'i dayanıklılık hızında yaklaşık 10 ila 15 dakika aktif dinlenme ile test bitirilir. Test sonunda 20 dakika boyunca üretilerek elde edilen ortalama gücün

%95'i FEG değerini verir. Örneğin 20 dakikalık test sonunda 300 W üreten bir sporcunun FEG değeri; $300 \times 0,95 = 285$ W olarak hesaplanmaktadır (Cheung ve Zabala, 2017).

Fonksiyonel eşik gücün ne sıklıkla önemli ölçüde değiştiği, kısmen kişinin antrenman geçmişine ve alışkanlıklarına bağlıdır. Örneğin, bisiklete yeni başlayan veya bisikleti bırakıp tekrar geri dönen biri, eşik gücünde büyük hızlı değişiklikler görebilirken, uzun yıllardır antrenman yapan deneyimli bir sporcu veya yıl boyunca yüksek düzeyde kondisyon sağlayan, iyi antrenmanlı sporcuların yıl içerisinde FEG değerindeki değişim çok az düzeydedir. FEG değeri genel olarak, sezon başlangıcına yakın, gelişmeyi izlemek için yarışma öncesi dönemde ve en yüksek uygunluğu belirlemek için sezon içi belirlenen zamanda olmak üzere yılda birkaç kez değerlendirilmesi yeterlidir (Cheung ve Zabala, 2017).

Bisiklet sporcularının bacak gücüne dayanan verilerin diğer faktörlerle birleşmesi sonucunda performansı yansıtan bazı kavramlar sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlar; vücut ağırlığının kilogramı başına W “W/kg”, rölatif güç (RG); bulunduğunuz mevcut güç bölgesi, normalize güç (NG); litaretürde “Training Stres Score-TSS” olarak bildirilen, antrenman stres skoru (ASS) ve literatürde “Intensity Factor-IF” olarak bildirilen yoğunluk faktörü (YF), olarak sıralanabilir (Friel, 2012).

Antrenman Stress Skoru (ASS): Antrenman Stres Skoru (ASS), genel antrenman yükü ve bir antrenman seansında yaratılan fizyolojik stresi, tek bir tahmin ile antrenmanın süresini ve yoğunluğunu hesaba katan bileşik bir sayıdır. Tanım olarak, Fonksiyonel Eşik Gücünde (FEG) geçirilen bir saat 100 ASS puana eşittir. Antrenmanın süresi ve şiddetin mesafe veya süre bakımından artması ile birlikte ASS artar.

Yoğunluk Faktörü (YF): Önceden belirlenen fonksiyonel eşik güç veya eşik kalp atım hızı ile mevcut antrenman veya yarışta ortaya konan ortalama güç veya kalp atım hızının oranlanması ile belirlenir. En yüksek değeri “1” olup, formülü aşağıdaki gibidir:

Yoğunluk faktörü = Ortalama güç (W) / Fonksiyonel eşik güç (W)

Yoğunluk faktörü (YF) 0,7 olan bir antrenmanda toplam yüklenme %70 olarak değerlendirilir, yarış sonucunda YF 1'e yaklaşır. Sporcunun form durumu son FEG testinden sonra iyileşmiş ise bu değer 1'i de aşabilir.

Normalize Güç (NG): Bir sürüşte çok sayıda ani yükselme içeren güç değişimi görülür. Bunun nedeni, güç üretiminin oldukça değişken olması ve güçteki metrik algılamının çok hassas olmasından dolayıdır. Güç değişimine karşın kalp atım hızını örnek verirse, egzersiz sırasında kalp atımının ani yükselme ve düşme durumunun olmadığı söylenebilir. Kalp atım hızına ters olarak, güçte anlık varyasyonlar görülmektedir. Dolayısıyla her ani yükselişte, güçteki değişiklikleri normalleştirilmiş güç hesaba katmaz, ancak ortalama güç bu ani değişiklikleri de kapsar. Bundan dolayı normalize güç kavramı, güç ölçer ile yapılan antrenmanlar için kritiktir, çünkü ani değişkenliği hesaba katarak bir sürüşün gerçek eforunu ortaya koyar. Örneğin, %5 eğimli 1,6 km lik bir yokuşta bir saat boyunca iniş çıkış yapıldığında ortalama güç 141 W iken NG 176 W; aynı ortalama güç ile düz bir yolda sabit tempo yapılan antrenmanda NG 149 W olabilir. Burada dikkat çeken ve önemli olan nokta, yokuştan inerken pedala güç uygulanmadığı ve yokuşu çıkarken düz yoldan daha fazla güç ve efor sarfedildiğidir (Friel, 2012). Bu nedenle aynı süre ve ortalama aynı güçte sürülen antrenman için, düz yolda sürekli tempoda sürerek harcanan çaba ile eğimli bir yolda bisiklet sürüp ve ardından iniş yaparak harcanan çaba arasındaki fark NG ile ortaya konmaktadır. Özetle bir sürüşteki çaba ve metabolik maliyet, her iki sürüş için de aynı değildir.

Rölatif Güç (RG): Sporcunun uyguladığı güç miktarının vücut ağırlığına oranıdır (W/kg). Fonksiyonel eşik güç ölçümü sonucunda, belirlenen rölatif güç değeri fonksiyonel rölatif güç olarak tanımlanabilmektedir. Aşağıda, en yüksek çıtayı oluşturmak için 300'den fazla dünya şampiyonu bisikletçiden alınan en iyi veriler ile belirlenen güç profili tablosu sunulmuştur:

Çizelge 1.1. Fonksiyonel eşik gücün uluslararası değerlendirme kriterleri

Seviye	Kategori	Rölatif Güç (W/kg)							
		Erkek				Kadın			
		5 s	1 dk	5 dk	FEG	5 s	1 dk	5 dk	FEG
Dünya rekortmeni		25,18	11,5	7,6	6,4	19,42	9,29	6,74	5,69
Dünya klasmanı	Uluslararası profesyonel	24,00	11,21	7,34	6,17	18,87	9,06	6,36	5,36
Mükemmel	Profesyonel	22,22	10,48	6,68	5,61	17,50	8,48	5,79	4,87
Çok iyi	Kategori 1	20,44	9,75	6,02	5,04	16,13	7,91	5,21	4,38
İyi	Kategori 2	18,66	9,02	5,37	4,48	14,77	7,33	4,64	3,88
Orta	Kategori 3	16,59	8,29	4,71	3,91	13,40	6,76	3,98	3,21
Zayıf	Kategori 4	14,81	7,56	4,05	3,35	12,03	6,18	3,44	2,82
Antrenmansız	Kategori 5	13,04	6,83	3,4	2,78	10,66	5,61	2,83	2,32
		11,26	6,1	2,74	2,22	9,29	5,03	2,26	1,83

Kaynak: (Cheung ve Zabala, 2017)

1.2.2. Kadans

Bisiklet performansı, çevre, mekanik ve insan vb faktörler dâhil olmak üzere bir çok değişkenden etkilenmektedir. Pedal çevirme işlemi, bisiklet sporunun başlıca hareket eğilimidir. Pedal çevirme sayısı bisiklet sporu ile ilgili literatürde dakikadaki pedal devir sayısı, kadans olarak bildirilmektedir ve pedal gücü ile birlikte pedal çevirme sayısı bisiklete kazandırılan hızı temsil eder. Güç, fiziksel iş performansının anahtarıdır ve her bir eklem momenti ve açısal hızın ürünü olarak ortaya çıkan toplam mekanik güçtür. Ortaya konan maksimum güç, vücut pozisyonundan, bisikletin geometrisinden ve pedal çevirme hızı, diğer deyişle kadanstan etkilenir. Bir başka açıdan bakıldığında, pedala kuvvet uygulama sırasında ilgili kasların uzunluk-gerginlik ve kuvvet-hız-güç ilişkileri pedal gücü üzerinde etkin rol oynamaktadır (De Groot ve ark., 2007).

Pedal çevirme hızı, kadans, yaygın olarak bisiklet performansını etkileyen önemli ve merkezi etkenlerden biri olarak kabul görmektedir ve çevresel faktörlerden etkilenmemekle birlikte pedal çevirme hızı değerlendirme kriterleri ile ilgili ortaya atılan bir fikir birliği bulunmamaktadır (Lepers ve ark., 2000; Lepers ve ark., 2001). Önceki çalışmalar, bisikletçilerin, pedal çevirme hızının, çalışan kaslardaki nöromüsküler yorgunluğu etkileyeceğini belirtmektedir (Takaishi ve ark., 1994; Takaishi ve ark., 1996). Lepers ve ark. (2001), kastaki azalmanın ayrıca bisiklet

egzersizinden sonra pedal çevirme hızının lif kapasitesini etkileyebileceğini gözlemlemiştir. Yavaş kasılan (tip I) kas liflerine kıyasla daha hızlı kasılan (tip II) kas lifi, pedal kadansı artırıldığında devreye girer. Bu bağlamda, birkaç faktör pedal çevirme hızının verimliliğini etkiler. Yarış seviyesindeki elit bisikletçilerin 90 kadans ve üzerinde sürüş tercihi yaptıklarını; ancak rekreasyonel bisikletçilerin daha düşük kadans tercih ettikleri görülmüştür (Garnevale ve Gaesser, 1991; Gueli ve Shephard, 1976). Araştırmalar, antrenmanlı bisikletçilerin laboratuvar testlerinde genellikle 90-100 kadans aralığında sürüş yaptıklarını göstermektedir (Palmer ve ark., 1999; Gueli ve Shephard, 1976).

Yüksek kadansın daha verimli olduğu, verimliliğin yapılan işin harcanan enerjiye oranı olduğu düşünüldüğünde, kadansın performansa etkisinin ekstremitelerin hızı ile ilişkili olduğu görünmektedir. Faria ve ark. (1982) yaptıkları çalışmada, kadans 130 devir/dk da verimlilik %22 iken, Sidossis ve ark. (1992) çalışmasında, kadans 60'tan 100 devir/dk ya çıkarıldığında, verimin %21'den %24,5'e çıktığını rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmalar, antrenmanlı bisikletçilerin yüksek kadansta daha verimli olduğunu ortaya koymaktadır (Hagberg ve ark., 1981; Takaishi ve ark., 1998). Literatüre göre, iyi seviye bisikletçilerde gözlemlenen kadansın düz yolda 126 devir, %10 dan düşük eğimdeki tırmanışta 80 devir, maksimum 92 devir, zamana karşı yarışmasında 90 devir ve üzeri, maksimum 96 devir olduğu rapor edilmiştir (Lucia ve ark., 2001).

Literatür çalışmaları, net verimlilik üzerinde kadans ve güç çıkışının etkili olduğunu göstermiştir (Chavarren ve Calbet, 1999; Gaesser ve Brooks, 1975; Samozino ve ark., 2006; Sidossis ve ark., 1992). Samozino ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, belirli bir kadansta artan güç çıkışı ile net verimlilikte artış olduğunu ve belirli bir güç çıkışında artan kadans ile birlikte verimlilikte düşüşler olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardaki sonuçlara göre, yarışmalarda profesyonel bisikletçilerin tercih ettiği 80-100 devir kadansın aksine (Lucia ve ark., 2001; Rossato ve ark., 2008; Sassi ve ark., 2009), pedal çevirme esnasında en verimli kadansın 50 devir/dakika olduğu rapor edilmiştir (Chavarren ve Calbet, 1999; Gaesser ve Brooks, 1975; Nickleberry ve Brooks, 1996).

Bisiklet sürüşü sırasındaki kadans seçimi, yaş (Sacchetti ve ark., 2010), deneyim (Chapman ve ark., 2008; Marsh ve Martin, 1997), egzersiz süresi (Argentin ve ark., 2006) ve sürüş zemini (Lucia ve ark., 2001; Sassi ve ark., 2009) gibi faktörlerden etkilenmektedir. Sassi ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, düz zeminde yüksek viteste giderken bisikletçilerin yüksek kadans pedal çevirdiklerini bildirmişlerdir. Vercruyssen ve Brisswalter (2010), düşük kadansta sürmek yerine kranklara uygulanan kuvveti azaltarak, yüksek kadans seçimi ile bisikletçilerin nöromüsküler yorgunluğu en aza indirmeyi denemişlerdir. Sonuç olarak en verimli kadansın, artan çalışma oranıyla arttığını rapor etmişlerdir.

Coast ve Welch (1985) antrenmanlı bisikletçilerde, 50 ile 80 devir/dk arasında çevrilen 100-300 W güç değerlerinde, 50 devirden itibaren kadansın artması ile verimliliğin arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Buna benzer olarak, Foss ve Hallén (2004), 125 W değerinden düşük çalışma hızlarında en verimli kadansın 60 devir/dk; ancak 350 W ve daha fazla güç çıkışlarında en verimli kadansın 80 devir/dk olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bunu takiben ayrıca Foss ve Hallén(2005), farklı kadansların zamana karşı performansı üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, 60, 100, 120 ve serbest seçilen 90 devir/dk kadansta kıyasla 80 devirlik bir kadansta önemli ölçüde daha fazla net verimlilik oranı elde edildiğini rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada, 80 devir/dk ile 90 devir/dk kadanstaki testi bitirme süresi arasında önemli ölçüde farklılık olmadığı; ancak 60 devir/dk kadansta (%3,5), 100 devir/dk kadansta (%1,7) ve 120 devir/dk kadansta (%10,2) oranında daha fazla bitirme süreleri gözlemlendiği belirtilmiştir (Foss ve Hallén, 2005). Özetle, bisiklet performansında net verimliliğin belirlenmesi için, sporcuların, tahmini fonksiyonel aralıkları içinde ve farklı çalışma hızlarında, standart ve bireysel kadansının belirlenmesi ve bu kadans değerine göre antrenman ve yarışa yönelik uygulama yapmaları gerekmektedir.

Bisikletçilerde aralıklı interval antrenmanı ile ilgili olarak, kadansın performans adaptasyonları üzerindeki etkilerinin tam olarak bilinmemesi, çalışma hızındaki kuvvet/hız ilişkisi, farklı kadansların kullanılmasıyla çarpıcı biçimde değişebilir ve bu nedenle nöromüsküler kasılma modellerini değiştirebilir. Bununla ilgili olarak çalışmalarda düşük kadans (60-70 devir /dk) ve yüksek kadans (110-120

devir/dk) interval antrenmanı karşılaştırılarak; kadans stratejisinin önemli ölçüde yüksek performans ile ilişkisinin daha ayrıntılı ve net bir şekilde ortaya konulması gerektiği düşünülmektedir.

1.3. Egzersize Fizyolojik Yanıtlar

Egzersiz, en temel şekliyle belirlenen hareket için iş yapan kasların aktive olmasıyla karakterizedir. Bundan dolayı, egzersiz sırasında iskelet kaslarının artan oksijen, besin vb ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olarak, organizmada farklı fizyolojik yanıtlar oluşmaktadır. Egzersiz sırasında gözlenen değişimler, akut değişiklikler olarak adlandırılmaktadır, sistem için yorucudur. Egzersiz uzun süre yapıldığında ya da alışkanlık haline getirildiğinde, akut değişimler daha ekonomik yapılmak üzere organizma adaptasyon sağlar. Egzersizin başlangıcı ile birlikte ortaya çıkan akut değişimler; adrenalin ve noradrenalin artışı, vagal aktivitede azalma, oksijen kullanımında ve karbondioksit üretiminde artış, laktat birikimi, kan ph artışı, glikojen depolarının azalması, kalp atım hızı artışı, atım volümü artışıyla birlikte kan basıncının artması şeklinde sıralanabilir (Uzun, 2016).

Egzersiz sırasındaki fizyolojik yanıtların anlık takip edilmesi oldukça zordur; ancak gelişen giyilebilir teknoloji ile birlikte özellikle kalp atım hızının anlık değişimi takip edilebilmektedir. Teknolojiyi az kullanan sporlarda antrenmanın daha kolay izlenebileceği düşünülebilir, çünkü kaydedilen ölçüm sayısı azdır ve elit sporcu ile yeni başlayan amatör sporcular arasında daha küçük bir teknoloji farkı vardır. Ancak teknolojinin daha çok kullanıldığı, performans göstergesi olarak birçok faktörün kullanıldığı spor branşları; koşucular ve bisikletçiler, egzersizin organizmada oluşturduğu iç yükü belirlemek için, zaman, mesafe, kalp atış hızı, hız vb gibi birçok veriyi takip edebilir (Allen ve Coggan 2010). Bu bakımdan bisiklet sporu egzersize verilen fizyolojik göstergelerin en fazla takibinin yapılabildiği spor branşlarından biri olarak sayılabilir.

1.3.1. Kalp Atım Hızı

Kalbin bir dakikadaki kasılma/gevşeme sayısına veya kalbin bir dakikadaki karıncık sistolüne kalp atım hızı (KAH) denilmektedir. İstirahat halindeki yetişkin bir kişide kalp atım hızı 70 atım/dk iken, iyi antrenmanlı dayanıklılık sporcularında bu sayı 40 atım/dk düzeyine düşebilmektedir. Egzersiz ile birlikte, egzersiz esnasında organizmada oksijen ihtiyacının artması sonucunda KAH da artış meydana gelir ve bu artış antrenman yapan bireylerde yavaş ve az olurken, antrenmansız bireylerde daha hızlı ve çoktur. KAH; yaş, cinsiyet, yiyecek alımı, heyecan, vücut ısı, sıcaklık gibi faktörlerden etkilenmektedir. Yaş arttıkça KAH_{maks} azalmakta; aynı iş yükünde kadın sporcular erkeklere göre daha fazla KAH ulaşmaktadırlar. Ayrıca hava sıcaklığı, yükseklik, heyecanda artış da kalp atım hızını artıran faktörlerdir (Günay ve ark., 2017).

Egzersize başladıktan sonra KAH 30-60 s içerisinde artarak belirli bir seviyeye erişir ve denge durumuna ulaşır. Egzersiz yükü değişmedikçe KAH bu seviyede kalır ve bu duruma “Metabolik Denge Durumu” adı verilmektedir. Egzersiz yükü değiştikçe KAH da varyasyonlar meydana gelir ve yük arttıkça KAH artar, yük azaldıkça KAH azalır. Sporcunun belirli bir KAH_{maks} değeri olduğundan, egzersiz şiddeti bir noktaya kadar kalp atım sayısını artırır ve bu sayı maksimum düzeyine ulaştığında egzersiz yükü daha fazla artırılamaz. Yük kesildiğinde ilk 2-3 dakika içerisinde KAH yavaşlar, bu yavaşlama hızı sporcunun antrenman seviyesi ile doğru orantılı şekilde değişmektedir (Günay ve ark., 2017). Yeni başlayan sporcularda egzersiz sonrası KAH düşüşü yavaş olurken, iyi antrenmanlı sporcularda bu düşüş daha hızlıdır.

Sporcuların yüklenmelerini takip etmek için kullandıkları belli başlı parametreler vardır. Bunlardan en önemlisi egzersiz yoğunluğunu takip etmek için kullanılan kalp atım hızının ölçümüdür. KAH, giyilebilir sensörler ile ölçülmektedir. Egzersiz yoğunluğu, bisiklet sporcularının performanslarını artırabilmeleri ve kolay takip edebilmeleri için önemli bir izleme aracıdır ve çok düşükse, performans artmaz; çok yüksekse, aşırı antrenmana veya kalp krizine neden olabilir. Dolayısıyla

KAH, aşırı antrenmanı tespit edebilmek ve sporcuyla aşırı antrenman yükünden koruyabilmek için önemli bir göstergedir (Mujitarsa ve ark., 2016).

Antrenman yaparken maksimum kalp atım hızı veya laktat eşiğe göre belirlenmiş olan antrenman bölgelerinde sürüş yapmak, egzersizde yapılan toplam iş yükünü ortaya koymaktadır. Egzersiz hacmi, sürüş mesafesi kolay hesaplanabilir; ancak katedilen eşit mesafedeki kolay sürüş ile sert sürüş sonrasındaki iş yükü toplamı farklı olacaktır ve bunun hesaplaması kolay değildir. Örneğin; düz bir yolda %60 KAH_{maks} düzeyindeki bir sürüşte ve %8 eğimli bir yokuşta %90 KAH_{maks} düzeyinde bir sürüş esnasında organizmanın verdiği cevap farklıdır. Bu sürüşlerin 60 dakika boyunca sürdürüldüğü düşünüldüğünde, organizmanın harcadığı enerji ile sahip olunan toplam yük de farklı olacaktır.

Antrenman hedefe odaklı olarak uygulanmalı ve planlama doğrultusunda maruz kalınan yükün sayısal çıktısının kalp hızı ölçeği ile anlık gözlenmesi ve egzersiz boyunca kayıt altına alınarak toplam iş yükünün hesaplanarak bilinmesi gerekir. Antrenman iş yükü; sıklık, süre, hacim ve yoğunluk olmak üzere dört değişkenden meydana gelir. Antrenman programında, bu değişkenler istenilen ölçüde stres oluşturmak için değiştirilerek uygulanır (Sovndal, 2013). Bilimsel çalışmalarda da yükler araştırmacılar tarafından belirlenerek uygulanmaktadır.



Şekil 1.2. Elit düzey bir bisikletçinin yol bisikleti yarışmasındaki kalp atım hızı grafiği



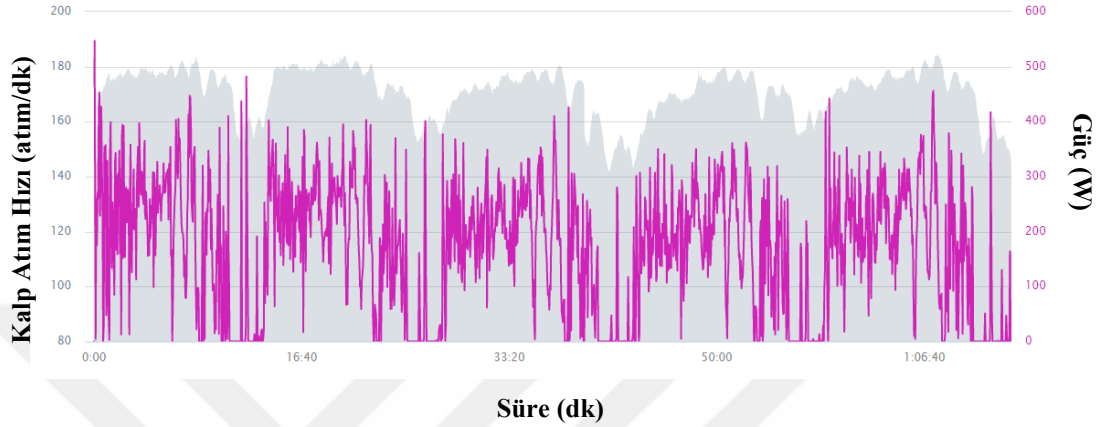
Şekil 1.3. Elit düzey bir bisikletçinin 5 turluk dağ bisikleti yarışmasındaki kalp atım hızı grafiği



Şekil 1.4. Elit düzey bir bisikletçinin zamana karşı yarışmasındaki kalp atım hızı grafiği

Bisikletçilerle yapılan birçok çalışmada, sporcuları izlemek için ana değişkenin kalp atım hızı olduğu; yoğunluk ve yük hesaplamasının, kalp hızı monitörleri kullanılarak toplanan verilere dayandığı bildirilmiştir. Padilla ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalar incelendiğinde, kalp atış hızına dayalı antrenman etkisi metriğini (TRIMP) kullanarak farklı KAH bölgelerinde yapılan antrenman süresi ve egzersiz yükü tanımlanmış ve bisiklet yarışmaları sırasında egzersiz yoğunluğu ve yükü değerlendirilmiştir. Tanımlanan çalışmalar, kalp atım hızına dayalı metrikler kullanılarak yoğunluk dağılımının ve egzersiz yükünün sayısallaştırılmasının, profesyonel bisiklette farklı rekabet ortamlarının fizyolojik talebi yansıtabileceğini göstermiştir (Sanders ve Heijboer, 2019). Egzersiz yüküne yönelik yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, güç ölçerlerin antrenörler, sporcular veya spor bilimciler için doğru bir izleme aracı olarak kullanılabileceği bildirilse de (Bouillod ve ark.,

2017; Gardner ve ark., 2004), sahada hem KAH hem de güç çıkışının birlikte kullanılması elit sporcuların antrenman ve yarış yükünü izlemek için daha yaygın kullanılmaktadır (Sanders ve Heijboer, 2019).



Şekil 1.5. Elit düzey bir bisikletçinin dağ bisikleti yarışmasındaki kalp atım hızı ve güç grafiği

Dünyanın en büyük yol bisikleti turunda yarışan bisikletçilerin kalp atım hızlarını inceleyen bir çalışmada; düz, az eğimli tırmanış, eğimli-sert tırmanış ve zamana karşı etaplarında, sporcuların ortalama KAH ve KAH_{maks} değerleri gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda, bisiklet sporcularının ortalama ve maksimum kalp atım sayılarının; düz etapta 125/177 atım/dk, az eğimli tırmanış etabında 128/173 atım/dk, sert tırmanış etabında 141/177 atım/dk, zamana karşı etabında ise 177/184 atım/dk olduğu rapor edilmiştir (Sanders ve Heijboer, 2019). Bisikletçilerin özellikle zamana karşı gibi all out, başlangıçtan bitişe kadar maksimum düzeyde sürülen egzersizlerde en fazla yoğunluğa sahip olduğu söylenebilir. Nitekim düz etaplarda bisikletçiler çoğunlukla grup içerisinde sürüş yaptığından çok fazla ekonomi elde etmektedirler. Tırmanış etaplarında ise yalnızca tırmanış süresi içerisinde yüksek yoğunlukta sürüş yapıldığı, diğer sürelerde grup içerisinde sürüş yapıldığından, yoğunluk azalmakta ve ortalamayı düşürmektedir.

Ancak zamana karşı ya da dağ bisikleti gibi başlangıçtan bitişe kadar all out yapılan egzersizlerde hacim ve yoğunluğun birlikte yüksek olmasından dolayı iş yükü artmaktadır. Zamana karşı ve dağ bisikleti yarışmalarında sporcuların kalp atım

sayısı ortalaması 170-190 atım/dk civarı olmaktadır ve bu değer yaşa, cinsiyete, parkur profiline, yarış etap özelliğine ve yarış stratejisine göre değişebilir. Örneğin; 19 yaşındaki bir bisikletçinin yarış kalp atım hızı ortalaması 34 yaşındaki bir sporcudan daha fazladır.

Arterlerdeki basınç olarak adlandırılan kan basıncı; sistolik kan basıncı (SKB) ve diastolik kan basıncı (DKB) olarak ikiye ayrılmaktadır (Kafkas ve ark., 2017). Arteryel kan basıncını, kalp debisi ve total periferik direnç belirlemektedir. Özellikle aerobik yapılan egzersiz esnasında, periferik direnç azalır, beta reseptörlerin uyarılmasına bağlı olarak, kan damarlarının genişleyip atım volümünün artmasıyla birlikte, sistolik kan basıncında artış olur. Kalpte atım volümünün plato yapmasından sonra SKB değeri de plato yapar ve egzersiz esnasında SKB 220 mmHg'ya kadar yükselebilmektedir. SKB değerinin dinlenme süresindeki değeri 120 mmHg kadardır ve 220 mmHg üzerine çıkarsa egzersiz derhal sonlandırılmalıdır. Statik egzersizler sırasında da SKB artar ancak bu tür egzersizlerde SKB artışından atım volümü değil, periferik dirençteki artış sorumludur. Dolayısıyla direnç egzersizleri sırasında SKB ya sabit kalır ya da biraz azalabilir. DKB ise aerobik egzersizde periferik direncin azalmasıyla bir miktar azalır veya değişmez, statik egzersizde artar, direnç egzersizlerinde ise ya sabit kalır ya da bir miktar artar veya azalır (Uzun, 2016).

Epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, sportif performans ile kan basıncı arasında ters bir orantı olduğu sonucuna ulaşılsa da, kontrollü müdahale çalışmalarının meta-analizleri, yeterli oranda dinamik şekilde yapılan egzersizin, kan basıncı kontrolünde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle çocuklarda, kadınlarda ve yaşlılarda, egzersizin şiddeti, tipi, sıklığı ve süresi titizlikle belirlenerek, egzersizin kan basıncını azaltıcı kapasitesi optimal düzeyde tutulmalıdır (Kafkas ve ark., 2017).

Dinlenme sırasındaki kan basıncı, önceki sağlık geçmişine, yani hipertansif ve normotansif olmasına, bireyin yaşına ve kullanılan egzersiz yöntemine bağlıdır. Egzersizin dinlenme sürecinde kan basıncını düşürmedeki etkileri hem dayanıklılık egzersizi hem de direnç egzersizi için ayrı ayrı ortaya konulmuştur. Bununla birlikte,

direnç egzersizinin egzersiz sonrası kan basıncı üzerindeki etkilerini araştıran az sayıda çalışma vardır ve bunlar çelişkili sonuçlar vermiştir. Ancak dayanıklılık veya direnç egzersizi yaparken kasların eşmerkezli olarak kasılma derecesindeki farklılık nedeniyle kan basıncında olası bir farklılık olduğu varsayılabilir. Örneğin dayanıklılık egzersizi, genellikle maksimum gönüllü kasılmanın (MVC) %20'sinden daha azıyla sınırlıdır ve aerobik enerji verimini ve kan akışının korunmasını içerir. Buna karşılık direnç egzersizleri, %30 MVC'den daha büyük kasılma kuvveti içerdiğinden ve maksimum kasılma yüzdesi arttığından, kademeli olarak kısıtlanmış bir kan akışı üretir (Brown ve ark., 1994).

1.3.2. Laktat Seviyesi

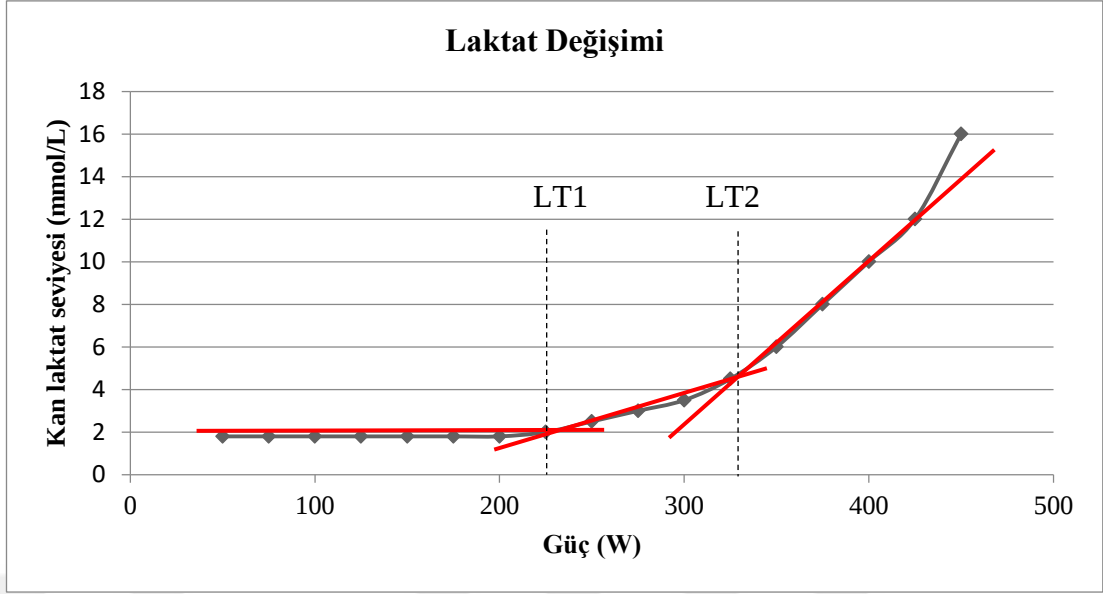
Bisiklet sporunun en fazla yapılan alt disiplini yol bisikleti olması nedeniyle, genel anlamda dayanıklılık sporu olarak kabul görmektedir. Bu nedenle bisikletçilerle yapılan araştırmalarda sporcuların aerobik kapasitesini inceleyen kademeli artan test ve aerobik performansı ölçen diğer testler yaygın olarak uygulanmaktadır. Aerobik kapasite testlerinin yanında invaziv yöntemlerden laktat (LA) ölçümü veya non-invaziv yöntem olan V-Slope yöntemi de sporcuların laktat eşiğini tespit etmede kullanılan yöntemlerden biridir (Impellizzeri ve Marcora, 2007; Özen, 2018). Bu testler sonucunda sporcunun aerobik kapasitesi, diğer adıyla maksimum oksijen tüketim miktarı (VO_{2maks}) tespit edilmektedir.

Maksimum oksijen tüketimi (VO_{2maks}), maksimum aerobik gücün güçlü bir göstergesi olsa da (Balmer ve ark., 2000; Bentley ve ark., 2001; Lucia ve ark., 2004) rekabet performansındaki artışa rağmen nispeten sabit kalması (Jones, 2006) nedeniyle, elit düzey dayanıklılık sporcularında zayıf bir yön olarak rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, VO_{2maks} 'ın yüksek bir submaksimal bölümde, laktat birikimi olmadan yorgunluğu sürdürme toleransının güçlü bir performans belirleyicisi olduğu gösterilmiştir (Coyle ve ark., 1991; Lucia ve ark., 2002; Lucia ve ark., 2004) ve aerobik kapasitenin belirlenmesi için farklı kan laktat modelleri kullanılmaktadır (Nimerichter, 2011).

Bisiklet sporu ile uğraşan sporcuların, bir antrenman biriminde, yaklaşık kalp atım hızlarının ortalama 140-150 atım/dk olduğu ve % 80 KAH_{maks} düzeyinde antrenmanlarını sürdürdükleri göz önüne alındığında, bisiklet branşının çok iyi seviyede aerobik dayanıklılık gerektirdiği söylenebilir. Sporcuların müsabakadaki ortalama kalp atım sayılarının %90 KAH_{maks} tekabül eden şiddette olması ve yarışmaların 60 dk ve üzeri bir sürede gerçekleşmesi, bisiklet sporcularının müsabakalarda, çoğunlukla laktat eşiği üzerinde çaba harcadıklarını göstermektedir (Özen, 2018). Sporcunun sezon içerisinde, belirli bir yüke karşılık ürettiği laktat değeri, sporcunun formu hakkında bilgi verebilir. Bu bakımdan bisiklet sporunu üst düzeyde yapan müsabık sporcuların egzersiz sırasındaki laktat değerlerinin takip edilmesi önem arz etmektedir.

Aşamalı bir egzersiz testi sırasında, kanda LA konsantrasyonunun taban çizgisinin üzerindeki ilk artışı birinci LA dönüş noktasını (LT1); sonraki bükülme noktası ikinci LA dönüş noktasını (LT2) göstermektedir (Davis ve ark., 1983; Spurway ve Jones, 2006; Nimerichter, 2011). Vücutta yoğun egzersiz sırasında üretilen LA miktarının, kanda 2 mmol/L seviyesine ulaşması birinci kırılma noktası LT1, aerobik eşik olarak; 4 mmol/L seviyesine ulaştığı ve laktik asidin birikmeye başladığı ikinci kırılma noktası olan LT2, “Onset of Blood Lactat Accumulation-OBLA” veya anaerobik eşik (LT2) olarak kabul edilmektedir (Özen, 2018).

Yapılan araştırmalara göre bisiklet sporcularının, müsabakadaki ortalama KAH 177 ± 6 atım/dk olduğu; toplam sürenin %39’unda aerobik eşiğinin altında, %19’unda aerobik ve anaerobik eşik arasında, %20’sinde anaerobik eşik ve maksimum güç eşiği arasında, yarış süresinin geri kalan %22’sinde ise maksimum güç eşiğinin üzerinde bir tempoda bisiklet sürdükleri saptanmıştır. Buradan hareketle, araştırma sonucunda bisiklet sporcularının, branşın ihtiyaç duyduğu yüksek kapasiteye cevap verebilmeleri için, yüksek aerobik kapasitenin yanında yüksek anaerobik kapasiteye de sahip olmaları gerektiği ortaya konmuştur (Özen, 2018; Stapelfeldt ve ark., 2004).



Şekil 1.6. Bisikletçilerde birinci ve ikinci laktat kırılma noktası (Nimerichter, 2011)

Dayanıklılık sporlarının birçoğunda sporcuların uzun süreler boyunca yoğun egzersiz bölgelerinde efor yapması gerekir (Earnest ve ark., 2009). Laktat eşiğini geçen durumlarda bu sınırlayıcı iken, sporcunun eşiği geçmeden bu yoğunluğu sürdürmesi gerekmektedir. Teorik olarak, metabolik asidozun telafi edilebileceği en yüksek egzersiz yoğunluğu LT2'dir ve bu eşik maksimum laktat kararlı durumu "Maximum Lactat Steady State" (MLSS) kavramı olarak tanımlanmıştır (Smith ve Jones, 2001; Van Schuylenbergh ve ark., 2004). Maksimal laktat kararlı durumu (MLSS), sürekli kan laktat birikimi olmadan sürdürülebilen en yüksek çalışma hızı olarak tanımlanırken (Beneke, 1995), bazı yazarlar tarafından "anaerobik eşik" (Beneke, 2003; Heck ve ark., 1985; Svedahl ve MacIntosh, 2003) veya "kan birikiminin başlangıcı" (OBLA) (Sjodin ve Jacobs, 1981) olarak da tanımlanmaktadır. MLSS'nin belirlenmesi için, %70-90 VO_{2maks} düzeyinde, maksimum altı yoğunluklarda 30 dakikalık birkaç sabit yük testi yapılmaktadır (Beneke, 2003). Kararlı durum laktat profili için bir kriter olan, 10-30 dakika aralığındaki sabit yük egzersizi arasında 1,0 mmol/L'den fazla olmayan bir artış kabul edilir. MLSS ile ilişkili çalışma hızı, dayanıklılık sporcuları için önemli bir ölçüdür; çünkü MLSS nin hemen üzeri kan laktat değerinin birden yükselmesi bir anda tükenmeye yol açan sınırı temsil eder. MLSS noktasını temsil eden yoğunluğun, dayanıklılık yarışmalarındaki rekabet performansı ile oldukça iyi derecede ilişkili

olduğu; bu ilişkinin 8 km koşu hızı ile $r=0,92$, bisiklette 40 km bisiklet zamana karşı hızı ile $r=0,84$ katsayısında olduğu bildirilmiştir (Jones ve Doust, 1998; Swensen ve ark., 1999).

MLSS'deki kan laktat konsantrasyonunun sporcular arasında değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Beneke ve von Duvillard (1996), kürekçilerdeki MLSS laktat seviyesinin ($3,1\pm0,5$ mmol/L), bisikletçilere ($5,4\pm1,0$ mmol/L) veya sürat patencilerine ($6,6\pm0,9$ mmol/L) göre daha düşük kan laktat konsantrasyonuna sahip olduğunu bildirmiştir. Hoogeveen ve ark. (1997), dayanıklılık antrenmanı yapan triatletlerin ve bisikletçilerin, 40 km'lik saha testinde, ortalama kan laktat konsantrasyonunun $7,4\pm2,5$ mmol/L ($3,2-12,2$ mmol/L) düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir. Konuyla ilgili olarak yapılan bir başka çalışmada, kendi kendine seçilen tempo ve maksimum çabada, zamana karşı denemeleri sırasında, sporcuların kan laktat konsantrasyonlarının $7,0-13,0$ mmol/L olduğu belirtilmiştir (Mattern ve ark., 2001; Myburgh ve ark., 2001; Perrey ve ark., 2003). Bahsedilen çalışmalarda kan laktat seviyelerinin bireyler arasında büyük farklılık gösterdiği belirtilmiştir ve bu nedenle MLSS'deki belirli bir kan laktat seviyesi, performans yeteneğinin bir göstergesi sayılamaz.

Bu bulgular, MLSS'yi belirlemeye yönelik “sabit yük” yaklaşımının, belirli bir mesafeyi en hızlı sürede tamamlama hedefi ile birlikte rekabetçi durumları yansıtmamaktadır. Müsabaka sırasında iş yükünün daha fazla değişkenliği, aynı ortalama sabit iş yükü ile karşılaştırıldığında fizyolojik yanıtı etkileyebilir (Abbiss ve Laursen, 2008; Billat ve ark., 2001; Suriano ve ark., 2007). Mesafe ve bu mesafeyi tamamlama süresi arasındaki ilişki doğrusaldır ve belirli bir mesafe için en yüksek hız veya belirli bir hız için tükenme süresi, kritik güç modelinin hiperbolik fonksiyonu ile tanımlanabilir. Kritik güç (KG) kavramı, sabit çalışma hızında tükenmeye kadar geçen süre (t) ile tükenmede gerçekleştirilen toplam iş miktarı (W) arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Monod ve Scherrer, 1965). Doğrusal ilişkinin eğimi, "uzun bir süre yorulmadan" sürdürülebilen güç çıkışını temsil eder (Monod ve Scherrer, 1965) ve kesişme, kritik gücün üzerinde gerçekleştirilebilen sınırlı bir iş miktarıdır (Hill, 1993). KG'den daha yüksek bir

çalışma oranı için, anaerobik enerji depoları kullanılır ve egzersiz sonlandırılana veya güç çıkışı KG'nin altına düşene kadar yenilenemez (Hill, 1993; Jones ve ark., 2010; Nimmerichter, 2011).

Laktat seviyesinin ölçümünde kullanılan yöntemin sonuç üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (el Sayed ve ark., 1993a; el Sayed ve ark., 1993b; Feliu ve ark., 1999; Foxdal ve ark., 1994; Foxdal ve ark., 1996). Spor biliminde, standart bir laboratuvar prosedürü olarak, kan örneğinin büyük hacimlerde olması gerektiği bildirilse de, kılcal kan örneğinin <30 µL'den küçük bir hacmi yeterli olmaktadır ve elin distal ucu parmak veya kulak memesi kullanılarak alınmaktadır. Kan laktat ölçümünün geçerli olabilmesi için:

- Numunenin kontaminasyonunu önlemek için ilk kan damlası temiz hijyenik bir pamuk ile temizlenmelidir.
- Yeterli kan akışı için orta düzeyde basınç uygulayarak dokuda fazla interstisyel sıvı oluşması önlenmelidir.

Özetle, sporcuları sürekli, periyodik izlemek veya araştırmalarda karşılaştırmalara izin vermek için aynı prosedürleri uygulamak çok önemlidir. Bir bisikletçinin, tırmanış ve düz yolda, 20 dakikalık maksimum bir test sonucundaki fizyolojik değerleri aşağıda sunulmuştur (Nimmerichter, 2011):

Çizelge 1.2. Tırmanış etabı güç, kalp atım hızı ve kadans ortalama değerleri

Tırmanış Süre (s)	Güç _{ort}		KAH _{ort}	KAD _{ort}
	Toplam (W)	Rölatif (W/kg)	bpm	rpm
1-240	362	5,65	176	74
241-480	347	5,43	183	71
481-720	337	5,27	186	76
721-960	333	5,20	188	70
961-1200	321	5,01	187	69
1-1200	340	5,31	184	72

Çizelge 1.3. Düz yol etabı güç, kalp atım hızı ve kadans ortalama değeri

Düz yol	Güç _{ort}		KAH _{ort}	KAD _{ort}
Süre (s)	Toplam (W)	Rölatif (W/kg)	bpm	rpm
1-240	335	5,24	169	87
241-480	328	5,13	179	90
481-720	329	5,14	181	90
721-960	326	5,10	183	90
961-1200	336	5,25	185	93
1-1200	331	5,17	179	90

Bu sonuçları doğrultusunda, araştırmada beklenen değerler hesaplanarak, ölçümler sırasında bu değerlerin ne kadar sapma gösterdiği gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmada laboratuvar bisiklet performans testi 20 dakikalık düz yol zamana karşısı ile aynı zorluğa sahiptir.

1.3.3. Glukoz Seviyesi

Glukoz, memelilerin ana metabolik yakıtıdır, vücutta uygun seviyelerde tutulması normal işlev için çok önemlidir, düzensizlik ise diabetes mellitus, galaktozemi ve glikojen depolama hastalıkları gibi hastalıklarla ilişkilidir. Glukoz seviyesini korumak için, düzensiz zaman aralıklarında besinlerden besin alımını yönetmek, çeşitli çevresel koşulları dengeleyebilmek adına oldukça duyarlı bir kontrol mekanizması gerekmektedir. Buradan yola çıkarak, karaciğer ve kas içinde glikojen formundaki fazla glukozun depolanması ve glukozun diğer organlara verilmesi için glikojen depolarının parçalanması arasında hızlı bir geçiş gerektirir. Karaciğer, glukoz ve glikojenin düzenlenmesi için merkezi organdır ve besinlerin kan yoluyla diğer dokulara birincil dağıtıcısı olarak görev yapar ve ağırlığının yaklaşık %10-15'i glikojen depolarından oluşur (Xu ve ark., 2011).

Karaciğerdeki glukoz regülasyonu, hem glukozun glikojen olarak depolanmasını (glikojenez) hem de hepatik depolardan glikoz-6-fosfata parçalanmasını (glikojenoliz) kontrol eden glikojen devresi tarafından gerçekleştirilir. Önemli olan, glikojenoliz ve glikojenezin tek bir geri dönüşümlü reaksiyonun sonucu olmadığı, aksine iki ayrı, yüksek düzeyde gerçekleşen bir yol

olduğudur. Bu yollar içindeki glikojen sentaz ve glikojen fosforilaz iki anahtar moleküldür (Greenberg ve ark., 2006).

Egzersiz başlamasını takiben birkaç dakika içinde dolaşımdaki insülin seviyesi azalır ve substratlar aracılığıyla glikojenden glukoz dönüşüm, glikojenolizis artar. Bu mekanizma ile organizma hipoglisemiye karşı korunmakta ve aynı zamanda metabolik yıkımla uzaklaştırılan moleküllerin yerini almak için kaslara sürekli glikoz akışına izin verilmektedir. Egzersiz çok uzun sürse dahi dolaşımdaki glukoz düzeyi normal seviyesinde seyreder (Corigliano ve ark., 2006).

Vücuda alınan glukozun birçoğundan iskelet kası sorumludur ve glukozun kas içine taşınması, glukoz atılımındaki sınırlayıcı adım olarak kabul edilir. Glukoz, taşıyıcı protein adı verilen GLUT kullanılarak difüzyonla yer değiştirmektedir. Hem egzersiz hem de insülin, esas olarak GLUT4 izoformunun, hücre içi bir bölmeden plazma zarına gitmesiyle glukoz taşınmasını düzenler. İstirahat anında ve tok halde, glukoz alımı insüline bağlıdır ve asıl amaç kas glikojen depolarının yenilenmesidir. Egzersiz sırasında kas, kas içi glikojenoliz ile sağlanan glukozu kullanır. Hem aerobik egzersizler hem de kuvvet çalışmaları, GLUT4 bolluğu ve translokasyonu ile kaslara kan şekeri alımını artırır ve egzersizi takiben, kasılma birkaç saat aktif kalacak şekilde glukoz alımı yüksek kalır (Adams, 2013).

Kısa süreli ve %60 VO_{2maks} düzeyinde, orta yoğunluktaki egzersizler sırasında, kas tarafından alınan glukoz alımının artması, hepatik glukoz üretimindeki artış ile birlikte eşitlenir, dengelenir ve kan glukoz seviyesi değişmeden kalır. Orta yoğunluktaki egzersizlerin iki saati aşması durumunda katekolaminler, glukoz üretimini artırmada rol oynamaktadırlar. Bisiklet gibi aerobik kabul edilen egzersizlerin kan glukoz düzeyine etkisi, egzersiz süresine ve yoğunluğuna göre değişmektedir, ancak tek bir egzersizden sonra 24-72 saat aralığında, glukoz toleransında bir artış olur. Düşük yoğunlukların aksine, %80 VO_{2maks} düzeyindeki şiddetli egzersizlerde, glukoz özel kas yakıtıdır. Glukoz kullanımının artması için, katekolamin seviyesi belirgin bir şekilde yükselir. Böylelikle glukoz üretimi yedi, sekiz kat artarken, glukoz kullanımı sadece üç, dört kat artarak plazma insülin

seviyesi yükselir, glukoz seviyesi düzeltilir ve kas glikojeni geri yüklenir (Adams, 2013).

MaksVO₂'nin %60-70'i arasında yapılan, 30-60 dakikalık yorucu olmayan orta seviye egzersiz sırasında ana substratların karbonhidratlar (CHO) olduğu bilinmektedir. Sporcuların iyi beslenme standartlarını korumaları ve hipoglisemiye önlemleri için yüksek CHO arzına duyulan ihtiyaç lehine klinik kanıtlar ortaya konulmuştur. Aslında, yetişkin dayanıklılık sporcuları, vücut ağırlığı başına, günde 8-10 gram CHO, toplamda 560 gram veya daha fazla CHO kullanır. İkincil olarak, yetişkinlerde CHO vücut içeriği 300 gramdan biraz daha azdır. Buna %79 kas ve %14 karaciğer glikojeni ve %7 dolaşımdaki glukozdan olmak üzere, 20 ila 21 gram dâhildir. Bu sonuçlar, CHO depolarının teorik olarak yalnızca en fazla 3 saate kadar süren orta şiddette egzersiz faaliyetlerini karşılayabileceğini göstermektedir (Corigliano ve ark. , 2006).

Burgess ve ark. (1991), uzun süreli bisiklet egzersizi sırasında glukoz alımının ve algılanan efor (RPE) derecelendirmesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, yedi antrenmanlı erkeğe Monark ergometrede %70 VO_{2maks} düzeyinde, 180 dakika bisiklet egzersizi yaptırılmıştır. Katılımcılara, egzersiz süresince 15 dakikada bir %8 glikoz/elektrolit içeceği (G) veya aromalı su plasebo (P) verilerek; içecek alınmadan önce, RPE, ventilasyon (VE), oksijen alımı (VO₂), kalp atım hızı (HR) ve venöz kan örneği alımı yapılmıştır. Sonuç olarak, egzersizin son 45 dakikasında, bacaklar ve genel vücut için RPE nin zayıfladığı, tüm zamanlar için plazma glukozun ve insülinin G'de P'den daha yüksek olduğu bulunmuştur. Veriler, dayanıklılık döngüsü sırasında karbonhidratlı içecek tüketiminin, uzun süreli egzersizin sonraki aşamalarında plazma glukozunu ve CHO oksidasyonunu koruyabildiğini ve egzersizin sonlarına doğru kan şekeri ve CHO oksidasyonu azalması ile algılanan efor arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

1.3.4. Algılanan Zorluk Derecesi

Egzersiz şiddetini kontrol etmek için yaygın bir şekilde ve belli aralıklarla ölçülerek kalp atım hızı (KAH) kullanılmaktadır. KAH bir yandan uygulanan egzersizin yoğunluğu hakkında bilgi verirken diğer yandan şiddet istenilen düzeyde tutulabilir (Fox ve ark., 1993). Egzersizin şiddetini belirlemede KAH dışında kullanılan bir diğer yöntem ise öznel değerlendirme yolu olan, egzersizin birey tarafından zorluk derecesini ortaya koyan Borg skalasıdır. Borg skalası, Gunnar Borg tarafından 1970 yılında geliştirilmiştir, 6'dan 20'ye kadar değerler ve bu değerlere eş ifadelerden oluşmaktadır; 6-8 çok çok hafif; 9-10 çok hafif, 11-12 hafif, 13-14 biraz zor, 15-16 zor, 17-18 çok zor, 19-20 çok çok zor ifadelerini içermektedir. Literatürde, Rating of Perceived Exertion (RPE), diğer adıyla Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) olarak geçmektedir ve bu skala ile KAH arasında 0,80-0,90 arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir (Borg, 1982). Spor bilimlerinde algılanan zorluk derecesi; fiziksel olarak yapılan bir işin ne derecede zor ve ağır olduğuna dair somut ve subjektif bir değerlendirmedir (Marcora, 2008). Kişi egzersiz esnasında azalan performansını psiko-fiziksel skala olan Borg skalası aracılığıyla değerlendirebilir (Martin ve ark., 2018). AZD skalasının KAH dışında, maksimum oksijen tüketimi yüzdesi (%VO_{2maks}), kalp atım rezervinin yüzdesi, dakika ventilasyon miktarı ve kandaki laktat düzeyi ile de ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Egzersizde artan şiddetle birlikte bu parametrelerin de doğrusal olarak arttığı bilinmektedir (Kin İşler ve ark., 1994).

Sporcunun günlük, haftalık, aylık ve yıllık performans takibi için, antrenmanların izlenmesi oldukça önemlidir. Son yıllarda, özellikle bireysel sporlarda antrenman yüklerinin takip edilmesi amacıyla kullanılan AZD skalasının, antrenmanların nicelleştirilmesinde kullanılabilen geçerli, güvenilir ve ucuz bir araç olduğu söylenebilir. Birçok spor branşının antrenman takibinde AZD tüm sezonda kullanılmakla birlikte, elit sporcuların içsel antrenman yüklerinin sezon içi dağılımının sürekli izlenmesi ve takip edilmesi, antrenman sürecinin iyi yönetilmesinde etkili olabilir (Aka ve ark., 2020). Sporcunun bir takım öznel değerlendirmeler ile takip edilmesi; organizma üzerindeki akut ve kronik iş yükü

yanıtlarının yanında, antrenman dışı ve müsabaka sırasında fizyolojik ve psikolojik anlamda, sporcunun kendine ait hislerini sayısallaştırmayı sağlar (Mann ve ark. 2016; McGuigan, 2017). Bisiklet gibi kritik gücün önemli olduğu bireysel sporlarda, sezon içerisinde iç yükün takibiyle birlikte, toplam antrenman yükünün sporcuya göre ayarlanmasının kritik bir öneme sahip olduğu söylenebilir.

Bisiklet antrenmanı sırasında yapılan intervallerde, AZD'nin KAH ve LA ile ilişkisinin incelendiği bir çalışmada, AZD'nin yoğun yük karşısında LA ve KAH gibi zaman içinde önemli ölçüde arttığı; AZD ile KAH ve LA arasında orta düzeyde ilişki olduğu rapor edilmiştir (Green ve ark., 2006). Diğer yandan 60 dakika sabit iş yükü sırasında bisikletçilerde AZD'nin KAH ve LA arasındaki ilişki incelenmiş; 2,5 mmol/L ye denk gelen iş yükünde 5, 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 dakikaya tekabül eden süre diliminde ilgili parametreler kayıt edilmiştir. Araştırma sonucunda, LA değerinin 20 dakikadan sonra düşmesine karşın, AZD ve KAH değerlerinin arttığı bildirilmiş; KAH ile AZD arasında pozitif yönde ve orta düzeyde ilişki olduğu, buna karşın AZD ile LA arasında zayıf ve anlamlı olmayan bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Green ve ark., 2005).

Profesyonel, amatör ve genç bisikletçilerin olduğu üç farklı grup üzerinde kademeli artan test sırasındaki algılanan zorluk derecesinin ölçüldüğü başka bir çalışmada, profesyonel grup ile amatör ve genç bisikletçi grubu arasında AZD ve KAH parametrelerinde düşük yüklerde fark olduğu, ancak yüksek yüklerde fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçla birlikte AZD'nin performans göstergesi olarak, her kategoride antrenman yoğunluğunu belirlemek için pratik değere sahip olduğu belirtilmektedir (Perez-Landaluce ve ark., 2002).

1.4. Kafein

Spor performansına etki eden etmenlerin başında fiziksel ve fizyolojik parametreler gelse de, bu faktörlerden birisi de sporcunun diyetidir (Jeukendrup, 2017). Dinlenme ve egzersiz sırasında, vücudun iki temel enerji kaynağı vardır.

Bunlar; yağ ve karbonhidrat temel besinlerdir. Vücudun enerjiye dönüştürebileceği, yağ dokusu ve kas içi trigliseritlerdeki depolanmış olarak, 30.000 ila 80.000 aralığında potansiyel yağ kalorisi bulunmaktadır. İskelet kası ve karaciğerde depolanan karbonhidrat (glikojen formunda) ise sınırlı bir enerji kaynağıdır ve 1.200 ila 2.400 kalori aralığındadır. Bu nedenle, yağın enerji verme açısından avantajı karbonhidrattan 10-40 kat daha fazladır. Beslenme stratejileri, bisikletçinin rekreasyonel veya müsabık bir şekilde bisiklet sürme becerisinin birçok yönünü etkiler. Kilo yönetimi, belirli antrenman hedeflerinin başarıyla tamamlanması, yarış için besin zamanlaması, hızlı iyileşme, bağışıklık sistemi sağlığı, beslenmenin doğrudan etkisinin olduğu örneklerdir. Bu nedenle, her yaş ve yetenekteki bisikletçi, sağlık ve performansla ilgili olduğu için günlük beslenme düzenlerine dikkat etmelidir (Cheung ve Zabala, 2017). Özellikle müsabık sporculardaki rekabet duygusunun fazla olmasından, elit seviyedeki sporcuların performans oranlarındaki %1-2'lik değişimin dahi önemli olması, beslenme stratejilerindeki önemi daha da artırmaktadır. Sporcuların antrenman ve yarışma dönemlerinde optimal beslenme düzenini benimsemeleri ve uygulamaları ile birlikte performanstaki küçük artışlar büyük başarılar elde etmeyi sağlayabilir.

Beslenme, genetik ve antrenman, elit düzey spor yapan bireylerin, performans belirleyicileri olarak sıralanabilir ve bu faktörlerden beslenme, sporcuların hem fiziksel hem de bilişsel performansının ani değişiminde önemli bir etkidir (Bucci, 2020). Bu zamana kadar sporcular, sadece doğal besin kaynaklarını kullanarak, beslenme yolu ile performanslarını artırırken; son dönemlerde biyokimyasal yöntemlerin çok hızlı gelişimi ile birlikte, konsantre haldeki ergojenik yardımcılar kullanmaya başlamışlardır (Peeling ve ark., 2018). Ergojenik destekler dört madde çatısında gruplandırılabilir; 1-) spor yiyecekleri: sportif içecekler, jeller, sıvı besinler, barlar; 2-) medikal ergojenik yardımcılar: demir, kalsiyum, vitamin/mineraller, probiyotikler; 3-) ergojenik yardımcılar: kafein, beta alanin, nitrat, kreatin 4-) diğer supplementler: enerji içecekleri, tabletler şeklinde sıralanmaktadır (Garthe ve Maughan, 2018). Özellikle elit seviye sporcularda, yüksek rekabet ve kazanç oranı, supplement kullanımının, daha alt seviyedeki sporculara göre yaygınlaşmasına yol açmıştır (Knapik ve ark., 2016). Optimal performans artışı için, bu tür desteklerin

kullanımı iyi planlanmalı, olası olumsuz etkiler ortadan kaldırılmalıdır, çünkü yanlış planlanma, performansı etkilediği kadar sporcu sağlığını da olumsuz etkileyebilir.

Bisiklet performansına etki eden etmenler iç ve dış faktörler olmak üzere iki ana başlıkta toplanabilir. İç faktörler; antrenman, yükseklik antrenmanı ve beslenme olarak üç başlığa ayrılabilir. Dış faktörler ise; vücut ve bisikletin ağırlığı, vücut pozisyonu, kadro ergonomisi jant estetiği gibi dış etkenlerdir. İç faktörlerden beslenme ise sporcuların karbonhidratlı içecekler ve kafein tüketimi olarak iki başlıkta incelenebilir (Jeukendrup ve Martin, 2001). Buradan yola çıkarak kafein tüketiminin bisiklet performansına etki edici rolü olduğu kabul edilmektedir.

1.4.1. Kafein Metabolizması

Literatürde performansı en çok etkileyen ve kanıtli faydaları olan başlıca ergojenik yardımcıların bikarbonat, nitrat, kreatin, beta alanin, karnitin ve kafein olduğu rapor edilmiştir (Burke, 2017). Sporcuların en çok tükettiği ergojenik desteğin büyük oranla kafein olduğu bilinmektedir ve tüketim formu, doz, zamanlama gibi faktörlerin kafeinin ergojenik etki büyüklüğüne etki ettiği bilinmektedir (Akça ve ark., 2018). Kafeinin bulunmasından bu yana insanlar, çay ve kahveden elde ettiği kafeini hem fiziksel hem de bilişsel performansı artırma amacıyla kullanmıştır (Fredholm, 2011). Kişi başı günlük tüketim miktarı ortalama 200 mg, yaklaşık 3 bardak espresso kadar olan kafein, günümüz çağında sportif anlamda, sudan sonra en fazla tüketilen maddedir (Owaga ve Ueki, 2007).

Kafein, uzun süren fiziksel veya bilişsel aktivite sonrasında parasempatik sinir sistemi stimülasyonunu artırarak, yorgunluk hissini veren ve uyku ihtiyacını artıran “Adenozin” molekülü ile şekil olarak benzerlik gösterir (Akca ve ark., 2018) ve doğal yetişen bir bitkidir. Yapısındaki kimyasal içeriği, metilksantin (1,3,7-trimethylxantine) olarak sınıflandırılmakta ve teofilin, teobromin ve paraxantin gibi etken maddeler içermektedir (Kerrigan ve Lindsey, 2005). Kafeinin vücuda alımından bir süre sonra, hızlıca sindirim kanalı aracılığıyla kan dolaşımına geçer ve

yayılır, 1-1,5 saat sonra ise kanda en yüksek düzeye ulaşmaktadır (Oğuz ve Erdoğan, 2016). Sistemlere dahil olan ve dolaşıma katılan kafeinin yarılanma ömrü 3 ile 5 saat aralığında olup, bu süre içerisinde birçok sistem ile etkileşim halinde kalmaktadır (Fredholm, 1995). Kafeinin vücuttaki fizyolojik etkilerinin, sportif performansı artırmasının altında yatan etkenler, merkezi ve çevresel farmakolojik etkileri olabilir. Kafein, performans üzerinde fayda sağlayan etkilerinden dolayı spor yapan kişilerce ergojenik destek amacıyla kullanılmaktadır.

1.4.2. Kafein Etki Mekanizması

Kafeinin olumlu fizyolojik etkilerinin yanı sıra pozitif yarar sağlamasının kafein alım yöntemine ve alınan doz miktarına bağlı olduğu farklı çalışmalar ile desteklenmiştir. Spor yapan bireylerde 9 mg/kg'a kadar performansa olumlu etki ettiği; ancak fazla tüketildiğinde performansı negatif yönde etkilediği, anksiyete, uyku problemleri, baş ağrısı, mide bulantısı, kusma, hipertansiyon, hipotansiyon, hiperaktivite gibi yan etkiler gösterdiği rapor edilmiştir (Heckman ve ark., 2010, Mitchell ve ark., 2014). Kafeinin vücutta absorbe edilme hızını etkileyen en önemli etmenin genetik farklılıklar olduğu belirtilmektedir. Doz-yanıt ilişkisi incelendiğinde, 3 mg/kg kafein tüketimi, kandaki kafein seviyesini 15-20 mikromol/L, 6 mg/kg kafein 40-50 mikromol/L ve 9 mg/kg kafein ise 60-75 mikromol/L seviyesine çıkarabilir (Magkos ve Kavarous, 2005).

Kafein, kahve yoluyla, toz-anhidroz, sporcu içeceklerinin içinde, enerji jellerinin içinde ve sakız olmak üzere birçok şekilde vücuda alınabilmektedir. Kafein alımına yönelik farklı metotlar olmasına rağmen, sporcu olmayanlarda kahve yoluyla kafein alım yöntemi popüler bir yöntemdir. Bazı çalışmalar kahve yoluyla kafein alımının sporcular tarafından da kullanıldığını göstermektedir (Pickering ve Grgic, 2020). Özellikle elit seviyede müsabaka koşan sporcuların yarışma öncesinde en fazla tercih ettikleri yöntem, kahve yoluyla kafein alma formudur. Kahve yoluyla kafein almanın kolay bir yöntem olması ve kahvenin diğer içeceklere göre yoğun miktarda kafein içermesi, bu yöntemin en çok kullanılma nedenleri arasındadır. Bir

fincan, yaklaşık 150 ml kahve, 90-150 mg kafein içermekte iken, aynı miktardaki kafeinsiz kahve ise 2-5 mg kafein bulundurmaktadır (Kaçoğlu, 2019; Keisler ve Armsey, 2006; McLellan ve ark., 2016). Kahvenin içeriğindeki klorojenik asit ve kafein miktarının farklı olması nedeniyle, kahve yoluyla kafein alımının performansa sınırlı katkı verdiği düşünülmektedir (De Paulis ve ark., 2002). Bu doğrultuda kapsül olarak tüketilen kafein öncesinde içilen kafeinli kahvenin sportif performansa etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; 1 mg/kg kafeinli kahve içen katılımcılara 30 dk sonra 3, 5 ve 7 mg/kg dozunda kapsül kafein içerek %80 VO_{2maks} yoğunluğunda, bisiklet ergometresinde tükenene kadar egzersiz yaptırılmış; sonuçta kafein tüketiminin tükenme süresini arttırdığı bulunmuştur. Bununla birlikte 3-7 mg/kg dozunda kapsül kafein tüketiminin, sportif performans üzerinde plasebodan %24 oranında daha çok artış sağladığı bildirilmiştir. Kapsül formun, diğer formlara göre daha etkin olduğu görülmekle birlikte egzersiz öncesinde tüketilen kafeinli kahvenin de performansta artış sağladığı tespit edilmiştir (McLellan ve Bell, 2004).

Kafeinin, merkezi sinir sistemi (MSS) üzerindeki etkisinin yanında, egzersiz esnasında substrat kullanımını ve yağ asidi mobilizasyonunu arttırarak, glikojen metabolizmasına olan bağlılığı azaltıp, kas içi yağ oksidasyonunu arttırmaktadır (Costill ve ark., 1978; Ivy ve ark., 1979; Powers ve ark., 1983). Kafeinin performans artışı sağladığı diğer bir mekanizmanın beta-endorfin salgılanması olduğu düşünülmektedir. Beta endorfin, vücudun doğal ağrı kesicilerinden biridir ve diğer ilaçlarda olduğu gibi beyindeki ağrı reseptörleri üzerinde çalışmaktadır. Egzersizle birlikte artan stres ve ağrı ile birlikte, hipofiz bezinden salgılanan bu hormon, yorgunluk hissiyatı ve ağrı duyusunun azaltarak, uzun süreli dayanıklılık performansında fark yaratılmasını sağlayabilir (Akça ve ark., 2018). Kafeinin ağrı etkisinin yanında termojenik etkisinin olduğu da bilindiğinden, konuyla ilgili, günlük kafein tüketim miktarının 100-200 mg olan kişilerde yapılan bir araştırmada, gün içinde tüketilen 100 mg kafeinin anlamlı bir termojenik etki ortaya çıkardığı saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda, enerji harcaması artışının 3 saat boyunca devam ettiği, normal duruma geri dönüşün kafein alımını takiben 3 saatten fazla bir sürede olduğu rapor edilmiştir (Astrup ve ark., 1990).

Çizelge 1.4. Yaygın tüketilen yiyecek ve içeceklerin içerdiği kafein miktarı

Yiyecek/İçecek	Servis (ml)	Kafein miktarı (mg)
Sade kahve	250 ml	60 mg
Espresso	Standart servis	107 mg
Frappuccino	375 ml	90 mg
Çay	250 ml	27 mg
Sıcak çikolata	250 ml	5-10 mg
Kola	375 ml	49 mg
Sütlü çikolata	60 g	5-15 mg
Bitter çikolata	60 g	10-50 mg
Kafeinli jel (powerbar)	40 g	25 mg
Kafeinli jel (carboshotz)	50 g	80 mg

Kaynak: (Burke, 2008)

Kafeinin etki mekanizmaları içerisinde en çok kabul gören, adenosin karşıtlığı etkisidir. Adenosin etkisi; ağrı duyusunda artış gösteren ve sinir sistemi düzenleyicilerinin salınımını engelleyen reseptörlerdir. Kafein, adenosin karşıtlığı ile birlikte, güç çıktısında, fiziksel iş yapabilme ve AZD düzeyinde fizyolojik yanıt artışına neden olmaktadır. Bu artışlarla adenosin karşıtlığı, kafein etkileri içerisinde en önemli mekanizma olarak kabul edilmektedir (Burke, 2008; Cox ve ark., 2002). Kafeinin adenosin reseptör karşıtlığı mekanizması ile birlikte; aerobik dayanıklılığı, sprinti, bilişsel performansı, kuvvet ve güç gibi kassal performansı, sodyum/potasyum pompa aktivasyonu artışı ile birlikte sağladığı düşünülmektedir (Akça ve ark., 2018; Mohr ve ark., 2011; Pickering ve Grgic, 2019).

Fiziksel performansa katkı açısından kafein tüketen sporcular, 2004 yılı öncesinde idrarda 12 mcg/ml'nin üzerinde kafein saptanması durumunda uluslararası yarışmalardan diskalifiye edilmekte iken, 1991'de 9 mg/kg kafein tüketiminin performansta ciddi oranda olumlu yanıt olduğunu gösteren çalışmalar doğrultusunda (Graham ve Spriet, 1991) kafein, 2004 yılında doping listesinden çıkarılmış ve bununla birlikte en etkili dozun tespit edilmesine yönelik araştırmalar hız kazanmaya başlamıştır (Chester ve Wojek, 2008). Literatürde, 3 mg/kg dozun altı düşük, 3 ve 6 mg/kg doz arası orta, 6 mg/kg dan fazla doz ise yüksek olarak sınıflandırılmıştır (Guest ve ark., 2021) ve yapılan araştırmalar sonucunda, düşük doz tüketilen kafeinin de performansa olumlu etki ettiği ortaya konulmuştur (Spriet, 2014). Bu dozlardan 3-6 mg/kg arası tüketilen kafeinin, aerobik ve yüksek glikolitik aktivite

talebi olan egzersizlerde, performansı %1 ile %8 arasında artırdığı saptanmıştır (Maughan ve ark., 2018).

Kafeinin plasebo etkisi incelendiğinde, egzersizden 60 dakika önce, 6 mg/kg dozunda kafein içeren kafeinli veya hiç kafein içermeyen kafeinsiz kahvenin submaksimal bisiklet performansı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kafeinli kahve tüketen katılımcıların bildirdikleri AZD düzeyinin daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Demura ve ark., 2007). Buradan hareketle, kahve yoluyla tüketilen kafeinin ergojenik etkisinin çok az olduğu tespit edilmekle beraber, kafeinin kapsül şeklinde kullanımının en etkili doz tespiti ile ilgili çalışmalar halen sürdürülmektedir (Akça ve ark., 2018). İyi antrenmanlı dokuz bisikletçi, 5, 9 ve 13 mg/kg dozlarda kapsül kafein kullanarak, maksimal gücünün %80'inde tükenene kadar egzersiz yapmışlardır. Katılımcıların performansları plaseboya kıyasla anlamlı şekilde yükselmiştir; ancak kafein doz gruplarının kendi içinde tüm dozlar için %27 gelişim görülmüş, gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır (Pasma ve ark., 1995). Diğer yandan, 6 mg/kg kafein kapsülü alımının 60 dakika bisiklet zamana karşı performansı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada kafein grubunda %4-5'lik (McNaughton ve ark., 2008); 3 ve 6 mg/kg dozlarda kafein tüketiminin, iyi antrenmanlı 16 erkek bisikletçinin %75 VO_{2maks} şiddetinde 60 dakika performansı üzerine etkisi incelendiğinde, plaseboya kıyasla 3 mg/kg kafein tüketen grupta performansta %4,2 oranında, 6 mg/kg kafein tüketen grupta ise %2,9 anlamlı performans artışı tespit edilmiştir (Desbrow ve ark., 2012). Çalışmalar doğrultusunda kafeinin dayanıklılık performansını olumlu etkilediği; nispeten 5 mg/kg gibi düşük dozlarda dahi %80 VO_{2maks} şiddetindeki performansın tükenme süresinde büyük gelişmeler gösterdiği saptanmıştır. Dayanıklılık kapasitesi üzerinde büyük etkilerinin olması ve oldukça geniş bir aralıktaki aerobik zindelik seviyesinde yakın yanıtlar olması, kafeinin, antrenmansız bisikletçiler ve elit bisikletçilerdeki etkilerin birbirine benzer olduğunu göstermektedir (Jeukendrup ve Martin, 2001).

1.5. Bilişsel Yorgunluk

Uzun süren sportif etkinliklerin vücutta yorgunluk oluşturduğu; oluşan yorgunluğun fiziksel ve bilişsel etkinlikler sonucu oluştuğu bilinmektedir. Branşlar içerisinde değişiklik göstermekle birlikte, sporda performans bileşenleri genel çerçevede, fiziksel, psikolojik ve bilişsel olarak üç başlık altında toplanabilir. Sporcular, müsabaka veya egzersiz sırasında bu bileşenleri eş zamanlı olarak üst düzeyde devam ettirebildikleri sürece iyi performans sergileyebilirler (Aras ve ark., 2020).

Yorgunluk, her zaman nöromüsküler sistemden kaynaklı olarak ortaya çıkan fiziksel yorgunluktan ibaret olmamakla birlikte (Van Cutsem ve ark., 2017), bilişsel yorgunluk (BY) türünün de sportif performansı etkilediği düşüncesi halen tartışılmaktadır (Sharon ve Denise, 2003). Fiziksel yorgunluk, kas aktivitesi sırasında, periferden gelen uyarıların motor kavşaktan kaslara geldikten sonra, oluşan metabolik reaksiyonlar ile gerekli kimyasal enerjinin sağlanması sonucunda oluşur (Chaudhuri ve Behan, 2004). Bilişsel Yorgunluk (BY) ise, uzun süren bilişsel aktiviteler sonucunda meydana gelen psiko-biyolojik bir durum olarak tanımlanmaktadır (Desmond ve Hancock, 2001; Job ve Dalziel, 2001). Dolayısıyla yorgunluk kavramı, fiziksel bir işten sonra kasın ortaya koyduğu kuvvet miktarını etkiliyorsa fiziksel, bilişsel bir işin belirli sürede yapılmasından sonra tükenmişlik seviyesini artırıyorsa bilişsel yorgunluk (BY) olarak tanımlanır (Aras ve ark., 2020).

1.5.1. Fiziksel Performansa Etkisi

Literatürde BY nin sportif performansa etkisi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, uzun süreli bilişsel çabaların dikkat olgusunu, hareketlerin takip edilmesini ve bilişsel kontrol yeteneğini olumsuz etkilediği; ayrıca oluşan BY seviyesinin, bilişsel iş zamanı ile doğru orantılı olarak değiştiği rapor edilmiştir (Boksem ve Tops 2008). BY oluştuktan sonra bireylerde; sürekli alarmda olma hali, enerji eksikliği, artmış yorgunluk hissi, motivasyonda düşüş benzeri belirtilerin

gözlemlendiği bildirilmiştir (Boksem ve ark., 2006, Van der Linden ve ark., 2006, Boksem ve Tops 2008). BY ile sportif performans arasındaki ilişki ilk defa 1891 yılında Angelo Mosso tarafından ortaya konulmuştur ve Mosso, bilişsel stres sonrasında beyinde oluşan bu yorgunluğun kas kuvvetini negatif yönde etkilediğini, bundan dolayı da konsantrasyonun azaldığını bildirmiştir (Giulio ve ark., 2006).

Bireylerde BY oluşturmak amacıyla geçerli ve güvenilirliği kabul edilmiş bilişsel testler (Stroop, Flanker, vb) uygulanmaktadır ve bu testlerin, beyin ön suplemanter motor alanını ve anterior singulat korteksini (ASK) aktive ettiği rapor edilmiştir (Mostofsky ve Simmonds 2008). Bu alanların aktif olmasının ise algılanan zorluk derecesi (AZD) ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (De Morree ve ark., 2012). Bu nedenle BY, sportif performansa etki eden diğer faktörler kadar etkili ve önemli bir etken olarak değerlendirilebilir.

BY nin bisiklet performansını olumlu etkilediği çalışmaların yanı sıra olumsuz etkilediği çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak genel kanı, BY nin bisiklet performansını hem zaman hem ortalama güç açısından azalttığı yönündedir (Pires ve ark., 2018). Konuyla ilgili profesyonel ve rekreatif yol bisikletçilerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada, BY'nin yalnızca rekreatif yol bisikletçilerini olumsuz etki ettiği; elit düzey bisikletçilerin üst düzey oto-kontrole sahip olmaları nedeniyle, BY'ye rekreatif sporculardan daha fazla direnç göstererek baskıladıkları tespit edilmiştir (Martin ve ark., 2016). Koşucularda kısa süreli bir bilişsel işin etkisine bakıldığı başka bir çalışmada, BY nin rekreatif koşu performansını olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Pageaux ve ark., 2014). BY nin elit seviyedeki sporculardan ziyade, daha çok rekreatif sporcularda performans düşüşüne neden olduğu görülmektedir. Ancak; elit düzeyde elde edilen başarıların çok küçük farklar ile kazanıldığı düşünüldüğünde, profesyonel düzeyde antrenman yapan ve müsabakaya katılan sporcuların sahip oldukları stresin BY'ye neden olabileceği, oluşan BY nin performansı olumsuz yönde etkileyebileceği öngörülmektedir (Russell ve ark., 2019).

BY'nin sportif performans üzerine etkilerinin yanı sıra, egzersize karşı fizyolojik yanıtlar üzerine yapılan bir çalışmada, bilişsel bir işin AZD, LA, GLU gibi

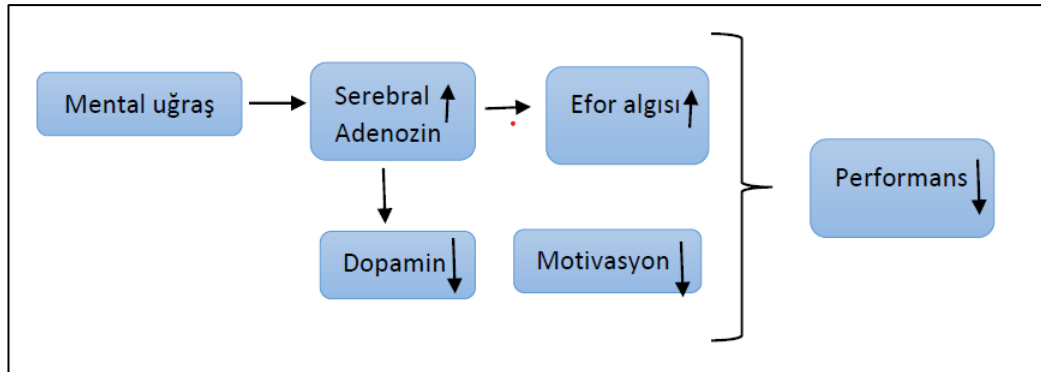
önemli fizyolojik yanıtlar ve VO_{2maks} 'ın % 40, 60, 80 ve 100'ü düzeyinde sporcuya tükenme göstergesine kadar yaptırılan bisiklet performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Bisikletçilere 30 dakikalık Stroop test uygulamasıyla oluşturulan BY sonrasında, AZD yüksek bulunmuş, VO_{2maks} 'ın tüm adımlarında performansta % 15 kadar azalma görülmüş; sonuçta uzun süren bilişsel iş sonrası artan AZD düzeyinin dayanıklılık performansı üzerine negatif yönde etki ettiği belirtilmiştir (Salam ve ark., 2018). Yapılan başka bir çalışmada, 30 dk süre ile 8 rekreatif bisikletçi üzerinde uygulanan bir dikkat testi, görsel bilgi işleme (RVIP) ile oluşturulan BY'nin 20 km'lik zamana karşı testini yaklaşık % 2,7 daha geç tamamladığı, ortalama güç çıkışının % 6,5 oranında azaldığı ve AZD nin daha hızlı arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada dayanıklılık performansındaki bu azalma, 10 ve 20 km de artan elektroensefalografi (EEG) deki teta dalgası ve azalmış bir prefrontal korteks (PFC) aktivasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Pires ve ark., 2018).

Literatürdeki çalışmaların BY nin dayanıklılık performansına olumsuz etkisi olduğunu bildirmesine rağmen, bazı çalışmalarda BY ile dayanıklılık performansı arasında ilişki olmadığı belirtilmiştir. Bu doğrultuda Schücker ve MacMahon (2016) tarafından yapılan ve iki ayrı çalışma olan, 10'ar dakikalık Stroop uygulaması ile oluşturulan BY'nin dayanıklılık performansı üzerine etkisi olmadığını rapor etmişler; bunun nedeninin yapılan Stroop uygulamasının 30 dakikalık süreden kısa olmasına bağlamışlardır (Schücker ve MacMahon, 2016). Literatürde, bu sürelerde uygulanan Stroop testinin etkisi gözlemlendiği halde, 30 dakikadan daha az süreler kısa olarak değerlendirilmektedir (Van Cutsem ve ark., 2017). Bu tez litaretür çalışmaları ile de desteklenmektedir; kısa süre ile uygulanan BY'nin, katılımcıların kendi belirledikleri bir tempoda, bisiklet ergometresi üzerinde yaptıkları 4 km dayanıklılık performansı üzerinde etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Silva-Cavalcante ve ark., 2018). Diğer yandan Filipas ve ark. (2018) daha uzun süre ile uyguladıkları, 60 dk Stroop testine ek 60 dk'lık bir matematik problemi ile oluşturulan BY'nin, 1500 m kürek performansı üzerinde etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Bilişsel testin 30 dakikadan fazla uygulanmasına rağmen performansa etkisinin olmaması, katılımcıların yaş ortalamasının küçük olması ($11,00 \pm 1,06$) ile ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, BY ile dayanıklılık performansı arasında ilişki olmayan çalışmalarda

Stroop vb uygulamaların genellikle 30 dakikadan daha kısa süreli uygulandığı görülmüştür.

1.5.2. Fizyolojik Yanıtlar Üzerine Etkisi

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, genel çerçevede BY'nin sportif performans üzerinde etkisinin olduğu, bunun aksine fizyolojik yanıtlar üzerinde etkisinin olmadığı rapor edilmiştir. Bu doğrultudaki çalışmalar sonucunda, sportif performans sonucunda gözlenen fizyolojik yanıtlardan KAH, LA birikimi gibi göstergelerin BY'den etkilenmediği bildirilmiştir (Marcora ve ark., 2009; Pageaux ve ark., 2013; Martin ve ark., 2015). Konuyla ilgili olarak elit seviye ve rekreatif yol bisikletçilerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada; iki grupta da kan laktat konsantrasyonu, KAH, AZD vb değerlerde BY'ye bağlı bir değişim gözlenmediği rapor edilmiştir (Martin ve ark., 2016). Dayanıklılık performansındaki bir diğer önemli biyokimyasal parametre kan glukoz değerinde ise BY nedeniyle azalma olduğu rapor edilse de (Fairclough ve Houston 2004, Gailliot ve ark., 2007), sonrasında yapılan farklı çalışmalarda, BY'nin kan glukoz düzeyine etkisinin olmadığı bildirilmiştir (McKenna ve ark., 2012, Smith ve ark., 2015). Yapılan çalışmalar incelendiğinde, BY'nin dayanıklılık performansı ile yakından ilişkili olan artmış KAH'nın, kan laktat birikimi ile ilişkili olmadığı söylenebilir. Mental yorgunluğun organizma üzerinde performansa etkisi aşağıda şema ile gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Mental yorgunluğun performans üzerine etkisinin şematik gösterimi (Martin ve ark., 2018)

BY'nin dayanıklılık performansı üzerindeki olumsuz etkisi ve fizyolojik mekanizma tam olarak açıklanamamıştır (Martin ve ark., 2018). Sportif performans ve sporcu algısı arasındaki ilişkinin, mental uğraş sonucu beyin aktivitesindeki artış ve nörotransmitterlerdeki değişiklikler ile ilgili olduğu savunulmaktadır (Meeusen ve ark., 2006; Roelands ve ark., 2013). Bu çerçevede yapılan ilk çalışma Pageaux ve ark. (2014) tarafından açıklanmış ve sonuçta uzun süren bilişsel işlerin serebral adenozin birikimini artırdığı; bu birikme sonucunda bilişsel iş ile yapılan dayanıklılık performansının olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir (Lovatt ve ark., 2012, Pageaux ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda sonuçlara göre, dayanıklılık performansı ile ortaya çıkan yorgunluğa, bilişsel uğraş sonucu beyinde biriken adenozinin de eşlik etmesiyle, BY'nin performansa etki eden önemli bir faktör olduğu söylenebilir.

Adenozin aktivitesinin BY üzerine etkisinin önemi, beyin bölgesinin anterior singulat korteks (ASK) aracılığıyla olduğu (Pageaux ve ark., 2015); bilişsel uyarıcılar olan RVIP, Stroop gibi programların sporculara uygulanmasıyla, ASK'da lokal olarak adenozin düzeyini artırdığı bildirilmiştir (Carter ve ark., 1998). Adenozinin ASK'da zorlanmaya bağlı karar verebilme üzerindeki düzenleme görevi (Schweimer ve Hauber 2006) nedeniyle BY ile ilişkili olduğu; bu nedenle elit düzey spor yapan bireylere adenozin birikimini engelleyebilmek için KAF tüketiminin bir çözüm önerisi olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca KAF'nin merkezi sinir sistemi üzerindeki adenozin karşıtlığı etkisiyle fiziksel egzersiz sırasında algılanan eforun (AZD) düşmesinde etkili bir faktör olabileceği de göz önüne alındığında (Kalmar ve Cafarelli 1999), BY ile oluşan adenozin birikimi ve artan AZD nin KAF tüketimi ile tersine çevrilebileceği ve sportif performansı artırabileceği öngörülmektedir.

Literatürde artan motivasyon, ödül vb. hafifletici etkilerin, bilişsel performansın düşmesini engelleyebildiği belirtilmiştir. Bununla ilgili olarak, uzun süren bilişsel uygulamalarla birlikte bilişsel performanstaki azalışın, motivasyondaki artış ile tersine döndürülebileceği ortaya konmuştur (Hopstaken ve ark., 2015). Bu bağlamda önemli bir nörotransmitter madde olan dopaminin, beyin merkezlerini aktive ettiği (Meeusen ve ark., 2006), artan dopamin konsantrasyonunun sporcuları motive edeceği, yüksek dopaminin sporcularda AZD'ni azalttığı (Roelands ve ark.,

2008, Cordery ve ark., 2017) ve dayanıklılık performansını artırdığı (Martin ve ark., 2018) rapor edilmiştir. Bu noktada kafeinin (KAF) bilişsel yorgunluğa karşı etkin bir madde olduğu ve bu etkisinin adenosin reseptörleri (A1 ve A2a) ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Graham ve ark, 2000; Cerqueira ve ark., 2006). Sonuç olarak BY ile azalan dayanıklılık performansının, artan adenozin ve azalan dopamine ek olarak, uygun dozda kafein tüketimi ile bertaraf edilebileceği, oluşan bilişsel yorgunluğun dayanıklılık performansına olumsuz etkisinin elit seviyedeki sporcularda kafein ile tersine çevrilebileceği düşünülmektedir.

1.6. Bisiklet Sporunda Performans Ölçme ve Değerlendirme

Spor bilimleri alanında yarışma ortamına yakın saha koşullarının laboratuvarda oluşturulmasıyla, sporcuların kapsamlı bir şekilde fiziksel-fizyolojik özellikleri ve branşına özgü performans parametreleri ölçülebilmektedir. Standart koşulların sağlanmasını takiben laboratuvarda yapılan değerlendirmeler sonunda elde edilen veriler yüksek güvenilirlik ve geçerlikte olabilmekte ve bu bulgular özellikle sporcuların sahip oldukları tüm özellikleri tanımlamaya veya birbirleriyle karşılaştırmaya olanak sağlamaktadır (ACSM, 2013; Impellizzeri ve Marcora, 2007). Yarışma ortamının laboratuvar ortamından farklı koşullarda olması sebebiyle, laboratuvardan elde edilen bulgularla sporcuların müsabaka performansını karşılaştırarak değerlendirme yapmak yanılgıya sebep olabilir (Wilson ve ark., 2004); ancak sahada yapılan testlerde, sonuçlar üzerinde dış faktörlerin etkisi olabileceği düşünülmektedir. Bu bakımdan laboratuvarda yapılan testler, sporcunun mevcut durumunu ortaya koymak ya da herhangi bir değişkenin spor performansı üzerindeki etkisini gözlemlemek için dış faktörler; rüzgar, nem, yükseklik, sıcaklık vb etkenlerin sonucu etkilememesi açısından avantaj sağlayabilir.

Peloton içinde birlikte yapılan bir finişte, sporcuların arasındaki farkı belirleyen % 1 kadar küçük performans farklılıkları nedeniyle, iyi antrenmanlı bisikletçilerde antrenman ve yarış performanslarını doğru bir şekilde izlemek ve analiz etmek büyük önem taşımaktadır (Lamberts ve ark., 2009). Bunun için bisiklet

ergometreleri, fitness değerlendirmeleri yapmak, yapılandırılmış antrenman seansları sağlamak ve performans yanıtlarını izlemek için kullanılabilecek önemli laboratuvar ekipmanlarındandır (Williams ve ark., 1988). Sabit laboratuvar ergometrelerinde, bisikletin fizyolojik taleplerini sağlamak için mekanik sürtünme (Williams ve ark., 1988), hava direnci (Firth, 1981) veya elektromanyetizma (Jensen ve Johansen, 1998) yoluyla direnç oluşabilir. Standart sabit laboratuvar ergometreleri, bir bisikletçinin kendi bisikletinin kurulumunu; boyutlar, dişliler ve eklem açıları tam olarak tekrarlayamamaktadır ve sahadaki bisiklet srmeyle ilgili dinamik talepler üzerinde çeşitli sınırlamalar göstermektedir (Firth, 1981; Paton ve Hopkins, 2001). Bu nedenle Paton ve Hopkins (2001) tarafından da önerildiği üzere performans değerlendirmesi yaparken bir bisikletçinin kendi bisikletinin kullanılması, st düzey performansta güvenilir sonuçlar üretmek için kritik öneme sahiptir. Bisikletçilerin kendi bisikletleri kullanması ile bisiklet ve hareket ekonomisinin gelişerek, performans ölçümlerinde geçerlilik artırılır (Abbiss ve ark., 2008; Hopkins ve ark., 2001). Performanstaki anlamlı değişiklikleri tespit etmek için spor bilimciler, kullanılan bisiklet ergometrelerinin g çıktılarının geçerliliği ve güvenilirliğinden emin olmalıdır (Lamberts ve ark., 2009; Gardner ve ark., 2004). Son zamanlarda geliştirilen ve bir bisiklet ergometresi olan Wahoo KICKR Power Trainer (KICKR: Wahoo Fitness, Atlanta, GA), SRAM/Shimano 12’li sistem ile sağlanan elektronik dirençli hız kaseti aracılığı ve Bluetooth 4.0 ile ANT(+) zelliğiyle bisikletçilerin kendi bisikletlerini kullanmalarına izin veren sabit bir g mekanizmasıdır. KICKR, profesyonel ve amatör bisikletçiler arasında yaygın olarak kullanılmaktadır ve ürettiği g çıkışının geçerliliği Zadow ve ark. (2016) tarafından bilimsel olarak ortaya konulmuştur.

Günümüzde spor bilimleri alanında yapılan çalışmalar için, müsabaka şartlarında performansın değerlendirilmesi amacıyla kullanılan lme cihazlarına olan ilgi artmaktadır (Thompson, 2015). Bu kapsamda bisiklet sporunda g ölçerler kullanılarak farklı mesafe, eğim ve sürelerde yapılan testler aracılığıyla g, kadans ve hız gibi parametreler incelenebilmektedir. Bisikletilerle yapılan çalışmalarda genellikle sporcuların performans analizi için, 4-5 dakikalık maksimum aerobik performans (MAP) lm veya 20-60 dakikalık eşik testleri yaygın olarak

kullanılmaktadır (Nimmerichter ve ark., 2010; Nimmerichter ve Williams, 2015; Pinot ve Grappe, 2010). Bunlara ek olarak bisiklet performansını ölçen birçok test mevcut olmakla birlikte, yapılacak testleri sezon içinde ihtiyaca göre uygulamak gerekmektedir. Testlerin hepsini bir arada uygulamaktansa, sezon içerisinde belli zamanlar için en uygun testin belirlenerek uygulanması önerilmektedir. Bisiklet sporcularında uygulanan başlıca testler şunlardır (Friel, 2003):

1.6.1. Sprint Güç Testi

Sprint güç testi laboratuvarı powermetreli bir ergometrede veya güç ölçeri olan bir bisiklet üzerinde uygulanabilir. Test mesafesi 0,2 mil veya 322 metredir. Laboratuvarı yapılan testin diğer adı “Wingate Güç Testi” olarak da bilinmektedir. Sporcular belirlenen mesafe 322 m için çıkabildikleri maksimum güce çıkmalıdır ve bu yaklaşık 25-40 s sürebilir. Sprint test için sınıflama aşağıda verilmiştir:

Çizelge 1.5. Bisikletçilerde sprint test sınıflaması

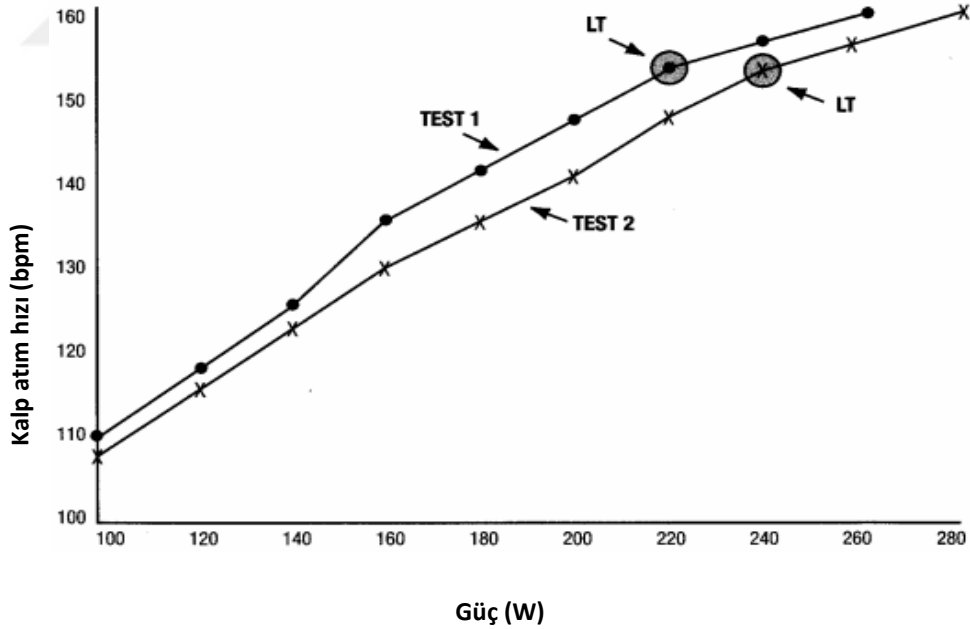
Sınıflama	Puan	Amatör Erkek		Amatör Kadın	
		En yüksek güç (W)	Ortalama Güç (W)	En yüksek güç (W)	Ortalama Güç (W)
Mükemmel	5	≥1100	≥750	≥1000	≥675
İyi	4	950-1099	665-749	850-999	600-674
Orta	3	800-949	560-664	720-849	500-599
Yetersiz	2	650-799	455-559	585-719	410-499
Zayıf	1	<650	<455	<585	<410

1.6.2. Kademeli Artan Test

Kademeli artan test, güç ölçerli bir mekanizma üzerinde, aerobik kapasite ve laktat eşiği (LT) belirlemek amacıyla laboratuvarı uygulanabilen testtir. Bu testte elde edilen sonuçlar doğrultusunda, sporcunun laktat eşiğindeki bacak gücü ve kalp atım hızı belirlenmektedir. Birkaç hafta aralıklarla yapılması önerilmektedir. Bu testte amaç kalp atım hızı ile bacak gücü arasındaki ilişkinin gözlenmesidir. Çünkü antrenman yaptıkça herhangi bir güç seviyesindeki kalp atım hızının düşmesi veya herhangi bir kalp atım seviyesindeki gücün daha iyi değere yükselmesi

beklenmektedir. Bu testte sporcu 5-10 dk ısınma süresi sonrasında, başlangıç güçte serbest pedal devrinde çevirmeye başlar ve her bir dk da bir belirlenen artım gücü değerinde güç artırılır. Bu esnada her bir dakika dilimindeki güç değeri ve karşılığındaki kalp atım hızı yanıtı birlikte kaydedilir. Sporcu tükenene veya pedal çeviremeyecek hale gelene kadar test devam eder.

Uygulanan aşamalı artan aerobik performans testlerinde, katılımcının cinsiyeti ve antrenman seviyesi gözetilerek başlangıç yükü 80-10 W arasında, test sırasında katılımcılara serbest bırakılan kadans değerleri dakikada 75-100 devir arasında, yük artışı ise cinsiyet ve antrenman seviyesi gözetilerek; 20-30 W/dk, 25 W/2 dk, 20 W/3 dk, 40 W/ 5 dk ve 50 W/5 dk oranlarıyla uygulanmaktadır (Ahrend ve ark., 2018; Baron, 2001; Botella ve ark., 2016; Gregory ve ark. 2007; Kirkwood ve ark., 2017; Lee ve ark., 2002; Impellizzeri ve ark., 2005; Inoue ve ark., 2012; Novak ve Dascombe, 2014; Stapelfeldt ve ark., 2004).



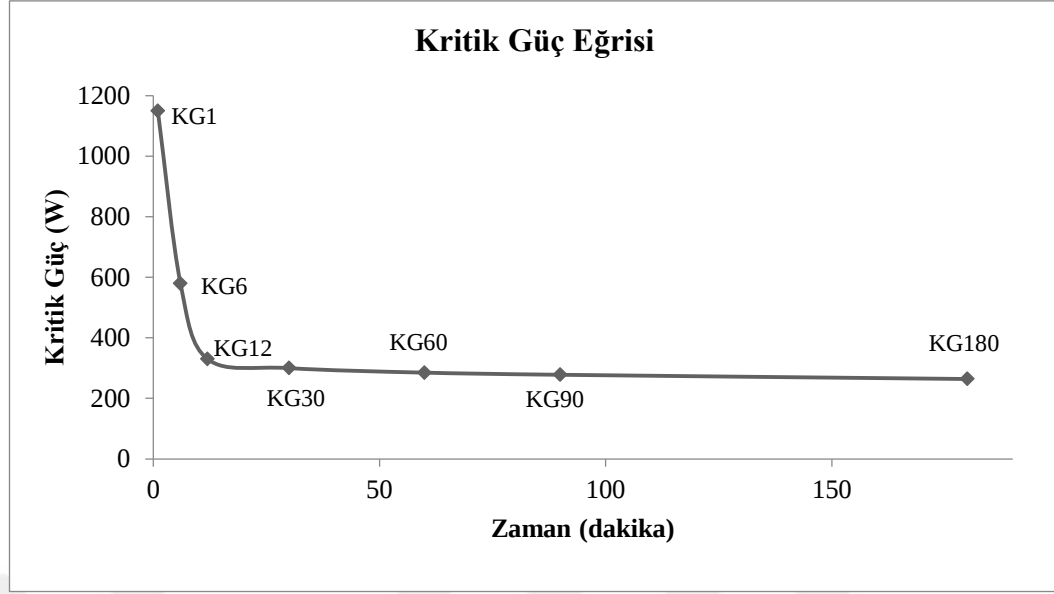
Şekil 1.8. Bisikletçilerde artırmalı yük sırasında kalp atım hızı değişimi ve laktat eşik noktasının belirlenmesi

1.6.3. Sahada Laktat Eşik Testi

Önceden belirlenmiş, güvenli ve bilinen bir parkurda, 30 dakika boyunca verilebilecek en iyi süre, hız denemesi, zamana karşı yarışma olarak uygulayabildiği bir testtir. Testin son 20 dakikasındaki ortalama kalp atım hızı sporcunun uzun süre sürdürebildiği eşik değeri olarak kabul edilmektedir. Laktat eşikinde egzersizde genellikle algılanan zorluk 20 üzerinden 15-17 arasında olmaktadır (Friel, 2003).

1.6.4. Kritik Güç Testi (KG)

Literatürde “Critical Power-CP” olarak bildirilen kritik güç (KG) testi, bisiklet sporcularının bacak gücü üzerinden aerobik ve anaerobik kondisyon dengesini ortaya koymaktadır. Her bir zaman dilimine; 1, 2, 3, 6, 12, 30, 60, 120, 180 dakikaya karşılık gelen ve sporcunun uzun süre sürdürebildiği bacak gücü değerlerini ortaya koyar. Test 30 dk sürmektedir; ancak 30 dakikadan sonraki sürdürülebilir değerler yaklaşık değerlerdir. Buna göre; 60 dakikalık sürdürülebilir kiritik güç (KG60) 30 dakikalık gücün %95'ine, 90 dakikalık sürdürülebilir güç (KG90) 60 dakikalık gücün %97,5'ine, 180 dakikalık sürdürülebilir güç (KG180) ise 90 dakikalık kritik gücün %95'ine karşılık gelmektedir. Uzun süreli kritik güç için genellikle KG12 ve KG30 değerleri dikkate alınmaktadır. Bu değerler genellikle uzun yokuşları olan yarışmalar öncesinde veya uzun süreli kaçış olabilecek yarışmalar için kullanılabilir. Ancak kısa, dik ve patlayıcı güç isteyen yarışmalar için KG1 ve KG6 dikkate alınmaktadır. Aşağıda, örnek kritik güç grafiği sunulmuştur (Friel, 2003):



Şekil 1.9. Kritik gücün zamana bağlı değişimi

1.7. Amaç

Bu çalışmanın amacı, düzenli ve iyi seviyede antrenman yapan, erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluğun (BY) ve bilişsel yorgunluk sonrası tüketilen 400 mg kafein alımının, fonksiyonel eşik güç (FEG) ve FEG testi sırasında fizyolojik yanıtlar üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Güncel konulardan ikisi olan, BY ve kafeini farklı açılardan ele alarak bisiklet performansı ve fizyolojisi ile ilişkisini araştırmak, fizyolojik parametrelerin BY ve kafeinden ne kadar etkilendiğini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda iyi antrenmanlı bisiklet sporcularında, bilişsel yorgunlukla birlikte 400 mg dozunda kapsül kafein tüketiminin, fonksiyonel eşik güce ve fizyolojik yanıtlar üzerine etkisi incelenmiştir.

1.8. Problem Cümlesi

Bilişsel yorgunluk, iyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, performans parametrelerinden; fonksiyonel eşik güç, ortalama güç, rölatif güç ve kadans üzerinde etkili midir?

Bilişsel yorgunluk, iyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde fizyolojik yanıtlardan; kalp atım hızı, laktat, glukoz, algılanan zorluk derecesi üzerinde etkili midir?

Bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, iyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bisiklet performansı göstergeleri; fonksiyonel eşik güç, ortalama güç, rölatif güç ve kadans üzerinde etkili midir?

Bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein alımı, iyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde fizyolojik yanıtlar; kalp atım hızı, laktat, glukoz, algılanan zorluk derecesi üzerinde etkili midir?

1.9. Alt Problemler

- 1) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, fonksiyonel eşik güç (ortalama güç), rölatif güç ve kadans üzerine etki eder mi?
- 2) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki kalp atım hızı, laktat, glukoz ve algılanan zorluk değeri üzerine etki eder mi?
- 3) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, fonksiyonel eşik güç (ortalama güç), rölatif güç ve kadans üzerine etki eder mi?
- 4) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki kalp atım hızı, laktat, glukoz ve algılanan zorluk değeri üzerine etki eder mi?
- 5) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk, dinlenimdeki ve egzersiz sonrasındaki kapiller laktat ve glukoz değerlerini etkiler mi?
- 6) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, dinlenimdeki ve egzersiz sonrasındaki kapiller laktat ve glukoz değerlerini etkiler mi?

- 7) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, dört boyutlu yakınma puanı üzerine etki eder mi?
- 8) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, görsel analog skala puanı üzerine etki eder mi?
- 9) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, BRUMS puanı üzerine etki eder mi?
- 10) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, dört boyutlu yakınma puanı üzerine etki eder mi?
- 11) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, görsel analog skala puanı üzerine etki eder mi?
- 12) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, BRUMS puanı üzerine etki eder mi?
- 13) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, sporcunun öznel olarak kendini ölçmesini sağlayan NASA-TLX ölçeği toplam puanı üzerine etki eder mi?
- 14) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, fonksiyonel eşik güce ve fizyolojik yanıtlar üzerine etkisi, haftalık kafein tüketim miktarına göre farklılık gösterir mi?

1.10. Denenceler

- 1) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, fonksiyonel eşik güç (ortalama güç), rölatif güç ve kadansı anlamlı derecede azaltır.
- 2) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki kalp atım hızına etki etmez.
- 3) Bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki algılanan zorluk değerini anlamlı derecede artırır.
- 4) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki laktat seviyesini anlamlı derecede artırır.

- 5) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki glukoz seviyesini değiştirmez.
- 6) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, fonksiyonel eşik güç (ortalama güç), rölatif güç ve kadansı anlamlı derecede artırır.
- 7) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki kalp atım hızını anlamlı derecede artırır.
- 8) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki laktat seviyesini anlamlı derecede artırır.
- 9) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki glukoz seviyesini değiştirmez.
- 10) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki algılanan zorluk değerini anlamlı derecede azaltır.
- 11) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, dinlenimdeki ve egzersiz sonrasındaki kapiller laktat ve glukoz değerini anlamlı derecede artırır.
- 12) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, dinlenimdeki ve egzersiz sonrasındaki kapiller laktat ve glukoz değerini anlamlı derecede artırır.
- 13) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, dört boyutlu yakınma puanına etki etmez.
- 14) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, görsel analog skala puanına etki etmez.
- 15) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, BRUMS puanı üzerine etki etmez.
- 16) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, dört boyutlu yakınma puanı üzerine etki etmez.
- 17) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, görsel analog skala puanı üzerine etki etmez.

- 18) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, BRUMS puanı üzerine etki etmez.
- 19) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, NASA-TLX puanını anlamlı derecede azaltır.
- 20) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketiminin fonksiyonel eşik güce ve fizyolojik yanıtlar üzerine etkisi, haftalık kafein tüketim miktarına göre farklılık göstermez.
- 21) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, dinlenimde ve egzersiz sonrasındaki laktat değerini anlamlı derecede artırır.
- 22) İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, dinlenimde ve egzersiz sonrasındaki glukoz değerini anlamlı derecede artırır.

1.11. Sınırlılıklar

Araştırmanın katılımcı sayısı Gpower yöntemiyle belirlenmiş ve 17-35 yaş arası 12 erkek sporcu çalışmaya dâhil edilmiştir. Araştırmanın pandemi döneminde gerçekleşmesi ve iyi antrenman düzeyine sahip bisikletçinin sayıca az olması nedeniyle çok fazla sporcuya ulaşılamamıştır. Bu nedenle katılımcılar arasındaki yaş farkı fazladır; ancak yaş farkı fazla olsa da araştırmaya, antrenman düzeyi ve güç seviyesi birbirine yakın olan, yarışmalarda aynı kategoride yarışan bireyler dâhil edilmiştir.

Pandemi ortamı ve bulaşı riski nedeniyle, sporcuların solunum yolu, gaz analizörü ile maksimum oksijen tüketimleri (VO_{2maks}) ölçülememiştir.

Sporcuların genetik yapıları bilinmediğinden, kafeine karşı olası etki mekanizmaları ile ilgili yorum yapılamamıştır. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında kafeine cevap vermeyen sporcuların avantajlı ya da dezavantajlı genetik yapıdan hangisine sahip oldukları bilinmemektedir.

1.12. Araştırmanın Önemi

İnsan biyo-psiko-sosyal bir canlı olarak birçok faktörden etkilenmektedir. Dolayısıyla iyi antrenmanlı sporcularda performans değerlendirilirken fiziksel, psikolojik ve bilişsel değişimler dikkate alınmalıdır. Yorgunluk, dayanıklılık performansını etkileyen en önemli unsurlardan biridir ve çok yönlü bir kavram olması nedeniyle her zaman nöromüsküler sistemden kaynaklı olarak sportif performansı etkilememektedir. Bu nedenle fiziksel işler sonucunda yorgunluk oluşabileceği gibi, bilişsel zorlanmalar sonucunda da yorgunluk oluştuğu ve “bilişsel yorgunluk” (BY) kavramı olarak literatürde yer aldığı bilinmektedir. BY son zamanlarda popüler olan konular arasında yer almaktadır. Ülkemizde bu kavram ile ilgili çalışmanın az olması, bisiklet gibi uzun süreli dayanıklılık sporlarında performansa olumsuz etki etmesi buna karşın kafeinin dayanıklılık performansına olumlu etkisi nedeniyle BY nin dayanıklılık üzerindeki olumsuz etkisinin kafein tüketimi ile kaldırılabilmesi varsayımına dayanarak bu çalışma planlanmıştır. Günlük hayatta, sosyal hayatta, eğitim hayatında ve ağır-uzun aerobik antrenmanlar sonucu yaşanan stres dolayısıyla oluşabilecek BY'ye karşı kafein tüketimi ile elit seviye bisiklet sporcularının performanslarını en iyi seviyeye getirebilmeleri amacıyla bu çalışma tasarlanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Araştırmaya Türkiye Bisiklet Federasyonu, bisiklet lisansına sahip, iyi antrenmanlı, 12 erkek yol bisikleti sporcusu katılmıştır. Psikolojik, bilişsel, fiziksel ve fizyolojik ölçümlere yönelik tüm testler, “İncialtı, 15 Temmuz Sağlık ve Sanat Yerleşkesi” içerisinde yer alan, Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi’ne bağlı performans laboratuvarında gerçekleştirildi. Testlerin ilgili laboratuvarında yapılabilmesi için, tezin yürütüldüğü Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri ve laboratuvarın bağlı olduğu DEÜ Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi’nden resmi izinler alındı (EK-3). Çalışmanın bilimsel araştırma kapsamında etik kurul uygunluğu AÜ Tıp Fakültesi “Klinik Araştırmalar Etik Kurulu” tarafından incelendi ve 06.01.2021 tarih ve 01-44-21 sayılı karar yazısı ile etik kurul onayı alındı (EK-1). Çalışmanın klinik araştırma kapsamında olması nedeniyle ayrıca “Türkiye Tıbbi Cihazlar Kurumu”ndan 31.05.2021 tarihli ve E-66175679-514.11.01-445914 sayılı karar yazısı ile etik kurul onayı alındı (EK-2). Araştırma kapsamında yapılan tüm testler ve ölçümler hekim gözetiminde, gerekli sağlık ve güvenlik tedbirleri alınarak yapıldı. Sporcuların performans ölçümlerinin yanı sıra, “Kişisel Bilgi Formu (Olgü Rapor Formu)” ve “Kafein Tüketim Formu” ile kafein tüketim sıklıklarına ve sosyal-sportif yaşamlarına ait bilgiler de elde edildi. İlk test gününden önce sporculara online ortamda FEG testi için uygulama videosu izlettirildi. Daha sonra katılımcılar tek kör, çapraz-döngülü, karşıt dengeli ve randomize araştırma dizaynı ile toplam dört test seansına katıldı:

- 1-) FEG test (BY_{kon})
- 2-) Stroop test (60 dk.)+ FEG test (BY_{den})
- 3-) Stroop test (60 dk.)+ KAF (400 mg) +FEG test (BY_{kaf})
- 4-) Stroop test (60 dk.)+ PLA (400 mg)+FEG test (BY_{pla})

Bütün testler, standart uyku kalitesi ve standart bir öğün sonrası gün içinde 09.00-17.00 saatleri arasında yapılmıştır ve her seans en az bir hafta arayla gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, sporcuların yarışma dönemi öncesi özel hazırlık döneminde gerçekleştirilmiştir. Sporcuların antropometrik ölçümleri ilk test gününde yapılmış, ilk ziyarette ayrıca kişisel bilgi formu (EK-5) ve kafein tüketim formu doldurtulmuş (EK-9), Stroop testinin alışma denemeleri uygulanmıştır. Katılımcıların her ziyaretinde dinlenik kalp atım hızı (KAH_{din}), sistolik kan basıncı (SKB) ve diastolik kan basıncı (DKB) değerlendirilmiş, dört boyutlu yakınma listesi (4BYL) ölçeği ve anlık duygu durumunu ölçmek amacıyla görsel analog skala (GAS) ölçeği uygulanmıştır. Ölçekler sonrasında test protokolüne başlanmış, ısınma sonrasında fonksiyonel eşik güç (FEG) testi yapılmıştır. FEG test sonrasında, yine sporcuların anlık duygu durumunu ölçmek amacıyla 4BYL ve GAS ölçeği, son olarak da BRUNEL ölçeği uygulanmış ve ilk ziyaret tamamlanmıştır. İkinci, üçüncü ve dördüncü ziyaretlerde sporculara, sakin, sessiz bir ortamda 60 dk bilişsel test “Stroop” uygulanmıştır. Sporcuların bilişsel yorgunluklarını tespit etmek amacıyla, Stroop testi 5 set ($500 \text{ deneme} \times 5 \text{ set} = 2500 \text{ deneme}$) olarak uygulanmıştır. İlk setten itibaren son sete kadar sporcuların denemeleri cevaplama süresi, reaksiyon süresi ve doğru oranları setlere göre karşılaştırılarak bilişsel yorgunluk oluşup oluşmadığı gözlemlenmiştir. Stroop sonrası sporcuların bilişsel yorgunluk seviyesini öznel olarak ölçmek amacıyla NASA-TLX ölçeği uygulanmıştır ve sonrasında tüm prosedürler ilk ziyaretteki sırayla uygulanmıştır. BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında diğer ziyaretlerden farklı olarak, ana testten 45-60 dk öncesinde (Isınma öncesinde) sporculara 2 adet ($2 \times 200 = 400 \text{ mg}$) kafein kapsülü verilmiş ve ardından test protokolüne başlanmıştır.

FEG testi öncesinde sporculara Allen ve Coggan’ın FEG testi için uygulanması gereken orijinal ısınma protokolü uygulanmıştır. Isınma sırasıyla şu şekildedir:

- 20 dk serbest kadans ısınma (sporcunun kendi istediği yoğunlukta)
- 1 dk maksimal yüklenme (100 kadans ve üzeri)*3 set (aralarda 1 dk dinlenme)
- 5 dk aktif dinlenme (serbest kadans ve yoğunluk)

- 5 dk maksimal efor
- 10 dk hafif yoğunlukta aktif dinlenme (Borszcz ve ark., 2018)



Şekil 2.1. FEG test ısınma protokolü

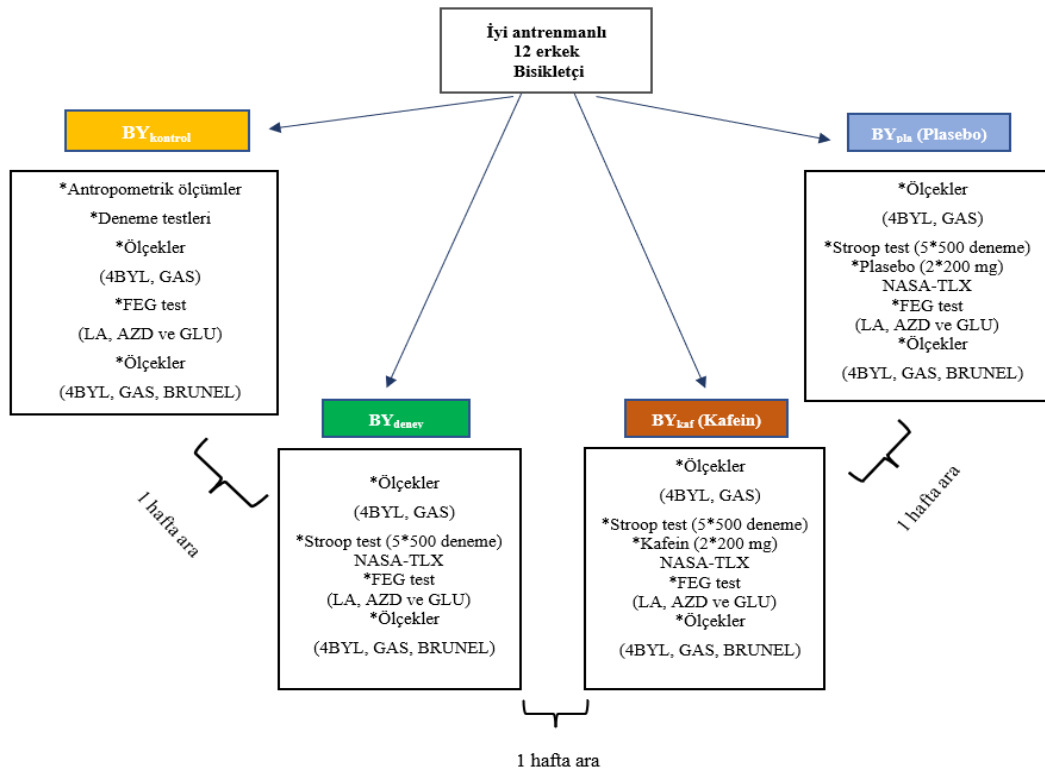
Isınma toplamda 46 dk sürmüştür. Isınma sonrasında zamana karşı bisiklet yarışı gibi olan, maksimal düzeyde, sporcunun 20 dk boyunca üretebileceği en yüksek ortalama/normalize gücü gösteren FEG testi yaptırılmıştır. Ölçümde bisikletçiler kendi bisiklet ve ekipmanlarını kullanmış, alışılmış sele boyu, sele, gidon uzunluğu, ayakkabı kullanmışlardır. Böylelikle biyomekaniksel olarak performansı olumsuz etkileyebilecek etmenler çalışma dışı bırakılmış; sporcuların fiziksel ve mental anlamda rahat hissetmesi, kendi ekipmanlarını kullanmasıyla %100'e yakın performans göstermesine olanak sağlanmıştır.

Isınma sonrası, FEG testi öncesi ($LA_{ön}$ ve $GLU_{ön}$), FEG test sırasında ise, 4 (LA_4 , GLU_4 , AZD_4), 8 (LA_8 , GLU_8 , AZD_8), 12 (LA_{12} , GLU_{12} , AZD_{12}), 16 (LA_{16} , GLU_{16} , AZD_{16}) ve 20 (LA_{20} , GLU_{20} , AZD_{20}) dakikalarda ve test bitiminden 5 dk sonra (LA_{son} , GLU_{son}) parmak ucundan kan alınarak LA ve GLU değerleri zamansal olarak ölçülmüştür. Sporculardan toplamda 7 farklı zamanda LA ve GLU örnekleri alınmış, ayrıca test esnasında 5 farklı zamanda LA ve GLU ile birlikte, her 4 dk bitiminde anlık olarak AZD (AZD_4 , AZD_8 , AZD_{12} , AZD_{16} , AZD_{20}) sorulmuştur. Bununla birlikte testin 4, 8, 12, 16 ve 20 dakikasinda sporcuların performans değerleri; ortalama güç (OG), ortalama kadans (KAD), ortalama kalp atım hızı

(KAH) değerleri kaydedilmiş, normalize güç (NG), rolatif güç (RG) değerleri hesaplanmıştır. Sporcuların aynı parametrelere ait verilerin genel ortalaması da ayrıca test sonunda kaydedilmiştir. Test bitiminde 4BYL, BRUNEL ve GAS ölçekleri uygulanarak test protokolü tamamlanmıştır.

Katılımcıların testten önceki diyetlerine yönelik olarak, her bir testten en az 24 saat öncesine kadar herhangi bir sportif aktiviteye maruz kalmamaları, alkol veya kafein tüketmemeleri ve tükettikleri bütün yiyecek ve içecekleri kaydederek bir sonraki testten 24 saat önce aynı besinleri tüketmeleri istenmiştir. Çalışma öncesinde katılımcıların her birine çalışma ile ilgili karşılaşılabilecekleri risk ve rahatsızlıklar ayrıntılı şekilde anlatılmış ve “Araştırma Amaçlı Çalışma için Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” katılımcılara okutularak imzalatılmıştır (EK-4).

Tüm araştırma deseni Şekil 2.2’de özetlenmiştir.



Şekil 2.2. Araştırma deseni

2.2. Katılımcılar

“AÜ Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu” ve “Türkiye Tıbbi Cihazlar Kurumu (TİTCK) Klinik Araştırmalar Etik Kurulu” onayının ardından katılımcılara birebir ulaşılmıştır. Araştırmanın örneklemi, iyi antrenmanlı yol bisikletçilerinden oluşmaktadır. İyi antrenmanlı sporcu, haftalık düzenli şekilde en az 250 km mesafe kat eden, en az 12 saat ve haftanın en az 5 günü antrenman yapan; kg başına belirli bir güç seviyesindeki sporculardır. Çalışmanın örneklemini oluşturan bisiklet sporcuları, bu kriterler göz önünde bulundurularak araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırma gurubunu, çalışmaya dâhil olma veya olmama kriterleri dikkate alınarak katılımcı olması uygun görülen 12 sporcu oluşturmuştur.

Gönüllülerin araştırmaya dâhil edilme kriterleri:

- Çalışma için gönüllü olmak.
- Araştırma amaçlı hazırlanmış olan onam formunu imzalamak.
- Haftada en az 5 gün, 12 saat, 250 km antrenman yapmak.
- 17-35 yaş aralığında ve erkek olmak.
- En az 2 yıl aktif şekilde ve üst düzeyde antrenman yapmak.
- Son 2 yıl boyunca bisiklet branşında aktif yarışmacı olmak.
- Araştırmanın yapıldığı sezon içerisinde herhangi bir akut veya kronik sağlık problemi olmamak.
- Araştırma için yapılan tüm ölçüm ve testlere katılım göstermek.

Gönüllülerin araştırmaya dâhil edilmeme veya araştırmadan çıkarılma kriterleri:

- Araştırmaya dâhil edilme kriterlerini taşımamak.
- Araştırmanın yönergelerine ve protokollerine uygun davranmamak.
- Araştırma sürecinde testlerin uygulanmasına engel olabilecek her hangi bir sağlık sorunu yaşamak.

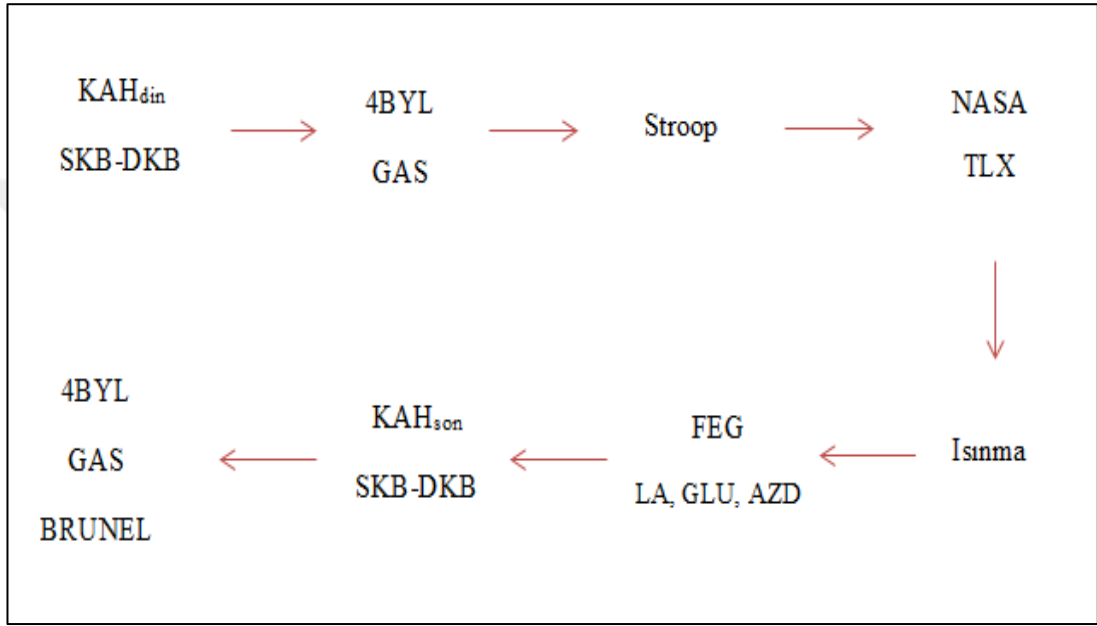
- Araştırma sürecinde kovid-19 hastalığına yakalanmak veya kovid-19 geçiren bir kişi ile temaslı olmak.

Araştırmaya dâhil olma kriterlerini taşıyan toplam 12 erkek bisikletçi araştırmaya katılmıştır. Katılımcılar lisanslı sporcular olup, 18 yaşından büyük kişilerdir ve katılımcı olmaları konusunda bilgilendirilmiş onam formuna dayalı olarak sözlü onamları alınmış, araştırma başladığında ‘‘Araştırma Amaçlı Bilgilendirilmiş Onam Formu’’ imzalatılmıştır. Antrenman seviyesi uygun olmayan, yaş aralığı tutmayan, test protokolünü tamamlayamayan veya testleri yarım bırakan sporcular araştırma dışında bırakılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Sporcuların antropometrik lmleri Holtain marka (UK) stadiometre, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu analizleri 0,1 kg hassasiyetle ölçüm yapan Inbody 170 (Biospace LTD, Soul, Güney Kore) vücut kompozisyonu analizörü ile ölçülmüştür. Günlük kafein tüketim sıklığı sporculara ilk ziyarette yöneltilen kişisel bilgi formundaki (Olgu rapor formu) sorulara verilen yanıtlar ile değerlendirilmiştir. Katılımcıların KAH ölçmek için Wahoo TICKR (Wahoo Fitness, Atlanta, GA) kalp atım hızı monitörü kullanılmıştır (Barrios ve ark., 2019). Algılanan zorluk derecesinin belirlenmesinde 6-20 borg skalası kullanılmıştır (Borg, 1982). Bisiklet zamana karşı testi olan fonksiyonel g eşiği testi powermetreli bisiklet ergometresi Wahoo KICKR (Wahoo Fitness, Atlanta, GA) ile ölçülmüştür (Zadow ve ark., 2016). Kafein grubu için her katılımcıya, kapsülü 200 mg olan 2 kapsül (2*200 mg=400 mg) kafein verilmiştir. Plasebo için ise GMP sertifikası olan ve aynı boyut ve görüntüye sahip kapsül içerisinde olan, etken madde olmayan iki kapsül şeklinde (2*200 mg) 400 mg Nature Supreme K2 vitamini verilmiştir. Kapiller laktat (Lactate Scout+, Ekf, Almanya), glukoz (Accutrend Plus Roche, Almanya) ile ölçülmüştür. Bilişsel yorgunluk oluşturmak için bilişsel fonksiyon testleri, bilgisayara uyarlanmış paket programı (InquisitLab 6, Millisecond, ABD) ile ölçülmüştür. Bisikletilere her ziyaret öncesinde bir hafta boyunca sahip oldukları duygu durumlarını ölçen ‘‘Dört

Boyutlu Yakınma Listesi” ölçeği uygulanmıştır. FEG test öncesi ve Stroop testi sonrası bilişsel yorgunluğun seviyesi öznel olarak NASA-TLX anketi ile ölçülmüş, ayrıca tüm denemeler için test skorları kayıt altına alınmıştır. FEG test sonrası duygu durumlarını belirlemek için ise 4BYL, GAS ve BRUNEL ölçekleri uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan ölçekler, testler ve uygulamaların sıralaması ile ilgili şema Şekil 2.3’te sunulmuştur.



Şekil 2.3. Çalışma şeması. KAH: kalp atım hızı; SKB: sistolik kan basıncı; DKB: diastolik kan basıncı; 4BYL:dört boyutlu yakınma listesi; GAS: görsel analog skala; NASA-TLX: görev yük endeksi ölçeği; FEG: fonksiyonel eşik güç; LA: laktat; GLU: glukoz; AZD: algılanan zorluk derecesi.

2.3.1. Antropometrik Ölçümler

Araştırma sürecinde bireylerin vücut ağırlığı (VA), boy uzunluğu, kas ağırlığı, vücut kitle indeksi (VKİ), vücut yağ oranı (VYO) ölçüldü. Elde edilen veriler doğrultusunda VA, VKİ, VYO değerleri elde edildi. Bu çalışmada yapılan antropometrik ölçümler ve hesaplamalar ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) tarafından yayımlanan Antropometrik Değerlendirmelerde Uluslararası Standartlar (International Standards of Anthropometric Assessments) kılavuzunda belirtilen yönergelerle uygun olarak

gerçekleştirildi. Her katılımcı için ölçümler, aynı zaman diliminde en az iki kez yapıldı ve analiz için iki ölçüm sonucunun ortalaması kullanıldı. Ancak aynı bölgedeki iki ölçüm arasında %5 den daha fazla bir fark olması durumunda üçüncü ve son bir ölçüm daha yapılarak en yakın iki ölçümün ortalaması sonuç olarak kabul edildi (ISAK, 2001).

2.3.1.1. Vücut Kompozisyonun Ölçülmesi

Katılımcılardan, tüm ziyaretleri için laboratuvara uygun kıyafetler ile gelmeleri istenmiştir. Sporcuların boy uzunlukları ölçülürken; çıplak ayakla ve dik durmaları istenmiş, ayaklar topuklardan bitişik şekilde, gözler karşıya bakarken, derin bir inspirasyon sonrası nefes tutularak baş üzerindeki en yüksek nokta 1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Ölçüm Harpenden stadiometre (Holtain, İngiltere) ile cm cinsinden yapılmıştır. Vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu ölçümü Inbody 170 (Biospace LTD, Soul, Güney Kore) Biyoelektrik İmpedans (BEİ) analizörü ile belirlenmiştir. 5-250 k/Hz aralığında çalışan ve 8 elektrotu olan cihaz ile uygulanan BEİ analizi, katılımcıların üzerlerinde sadece şort ve atlet ile yapılmıştır. Ölçüm sırasında tüm katılımcılardan varsa, üzerlerinden metal eşyaların hepsini uzaklaştırmaları istenmiştir. Sporcular cihazın üzerine çıktıktan sonra, sporcunun yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite düzeyi bilgisayara girilmiş, bunu takiben sporcuya iki taraftan el elektrotları tutturulmuş ve kollar 30° ile iki yana açılarak, yaklaşık 10 sn boyunca ölçüm yapılmıştır. Katılımcıların, ölçümden en az dört saat önce yeme ve içmeyi bırakmaları, en az 24 saat öncesinde alkol ve fiziksel aktiviteyi bırakmaları konusunda uyarılmışlardır. Ölçüm sonucunda sporcuların vücut ağırlığı (VA), kas ağırlığı, vücut kütle indeksi (VKİ), yağ yüzdesi (VYO) değerlendirilmiştir.

2.3.2. Fizyolojik Ölçümler

Katılımcıların fizyolojik değerlerinin belirlenmesi amacıyla fonksiyonel eşik güç testi yapıldı. Test esnasında kapiller laktat ve glukoz değerleri ile birlikte

algıladıkları zorluk seviyeleri ölçüldü. Testler, katılımcıların antrenman ve yarışının olmadığı günlerde ve haftalarda yapıldı. Bu testler için, katılımcılardan test başlangıcından en az dört saat önce son öğünleri almış olmaları, test öncesi 24 saat boyunca ağır egzersiz uygulamalarından, alkol ve kafein içeren içeceklerden kaçınmaları gerektiği bildirilmiştir. Testlerin yapılacağı laboratuvar da sporcuların performansına etki edebilecek çevresel faktörler nötralize edilmiş, gerekli tedbirler alınmıştır. Test ortamı gün ışığı seviyesinde aydınlatılmış, ortam sıcaklığı 25-30 C ve mevcut klima sistemi ile nem oranı %40-50 düzeyinde olacak biçimde ayarlanmıştır.

Test ortamında sporcunun konsantrasyonunu ve iletişimini olumsuz etkileyebilecek sesleri önlemeye yönelik tedbirler alınmıştır. Kalibrasyon gerektiren ölçüm araçlarının kalibrasyonu testlere başlamadan önce yapılmıştır. Testlerde katılımcıların kullanacakları tüm araç gereçler için gerekli ayarlamalar testler öncesinde her katılımcı için ayrı ayrı yapılmıştır. Katılımcılar testlere kendi bisikletleri ile katıldığından sele, gidon ve pedal ayarı yapılmamıştır. Katılımcıların maksimum efor harcaması için, testler süresince araştırmacı, doktor, yardımcı ve antrenörler tarafından, sporcular hem işitsel hem de görsel olarak motive edilmeye çalışılmıştır.

2.3.2.1.Fonksiyonel Eşik Güç Değerinin Ölçülmesi

Bisiklet performans ölçümü için standartlaştırılmış bir belirteç olan ve 20 dakika süren fonksiyonel eşik güç (FEG) testi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda iyi antrenmanlı bisikletçilerin performans ölçümlerinde bir saatlik zamana karşı performanslarının daha belirleyici olduğu görülmüş, 60 dakika gibi bir sürenin uzun olmasına bağlı olarak 20 dakikalık güç değerinin 0,95 i ve 8 dakikalık güç değerinin 0,90'ı ile 60 dk bisiklet performansının ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bulgulara göre bisikletçilerin 20 dakikalık FEG testinden elde ettikleri ortalama güç değerinin 0,95'inin sporcunun 60 dk boyunca sergileyebileceği güce eşit olduğu saptanmıştır (MacInnis ve ark., 2018). Bu nedenle mevcut araştırmaya iyi antrenmanlı bisikletçilerin katılımcı olması ve son zamanların geçerli ve güvenilir bisiklet

performansı ölçüm metodunun 20 dk FEG testi olması nedeniyle bisiklet sporcularının performansı bu test ile değerlendirilmiştir.

Test, geçerli ve güvenilir olan Wahoo KICKR (Wahoo Fitness, Atlanta) marka, güç ölçekli bisiklet ergometresi ile ölçülmüştür (Zadow ve ark., 2016). Wahoo KICKR, sporcuların kendi bisikletlerinin entegre edilebildiği, bluetooth ile mobil veri verebilen portatif bir cihazdır ve tüm veriler test esnasında sporcularında görebilmeleri açısından Wahoo bisiklet monitöründe gözlemlenmiş olup, sporcuların tüm fizyolojik verileri Wahoo TICKR KAH monitör (Barrios ve ark., 2019) ve Wahoo ana sağlayıcı program üzerinden mobil program ve Wahoo monitör ile kayıt altına alınmıştır. Katılımcıların göstermiş oldukları performanslar diğer katılımcılar ile paylaşılmamıştır. Katılımcılar test öncesinde toplam 46 dk olan orijinal ısınma prosedürü ile ısınmışlardır (Allen ve Coggan, 2010).

Her katılımcı kendi bisikletini ve materyalini kullanacağı için sele veya gidon ayarı yapılmamıştır. Denekler teste başlamadan önce cesaretlendirilmişler, test esnasında en iyi performansı vermeleri için sözlü olarak motive edilmişlerdir. Ayrıca herhangi bir olumsuz durum oluştuğunda testi sonlandırabilecekleri konusunda bilgilendirilmişlerdir. Mobil veri ortamında her 4 dk için (4, 8, 12, 16, 20) ortalama güç (OG), ortalama kadans (KAD) değerleri, normalize güç (NG), rölatif güç (RG) hesaplanmıştır. Test süresince su içilmesine izin verilmiştir. FEG test sırasında katılımcılar %75-100 oranında, eşik düzeyinde performans sergilemişlerdir. Yoğunluğun hesaplanması ile ilgili formül, %60 örneği ile aşağıda sunulmuştur:

$$KAH_{eşik} = KAH_{dinlenme} + \%60 (KAH_{maks} - KAH_{dinlenme}) \text{ (Dündar, 2017)}$$

2.3.2.2. Kalp Atım Hızı ve Algılanan Zorluk Derecesinin Ölçülmesi

Katılımcıların ziyaretlerin en başında kalp atım hızları ve FEG test protokolünün 4, 8, 12, 16 ve 20 dakikaların son 15 saniyesinde KAH ve AZD değerleri kaydedilmiştir. Özellikle toparlanma kabiliyetini ölçmek amacıyla kalp

atım hızı değerleri, FEG testin hemen sonrası 5 dakika soğuma (aktif dinlenme) sürecinde ve soğuma sonrası pasif dinlenme sırasında her 30 saniyede bir kayıt altına alınmıştır. Pasif dinlenme esnasında kayıt altına alınan KAH değerinin 90 atım/dk düzeyine düşme süresi ayrıca gözlemlenmiştir. Kalp atım hızı değerleri Wahoo TICKR (Wahoo fitness, Atlanta) ile belirlenmiştir (Barrios ve ark., 2019). Wahoo TICKR KAH göğüs bandı, imal eden firmanın kullanım yönergesine göre, katılımcının göğüs bölgesinde kalbin üzerine oturacak şekilde yerleştirilmiş ve nabız kemeri üzerinde kalbe denk gelen materyaldeki küçük elektrotlar kalpten gelen elektriksel uyarılarını algılayarak Wahoo'nun ana sağlayıcısı olan Element programına (Element Roam) ve Wahoo antrenman monitörüne kaydedilmiştir. Ölçüm için sporculardan bisiklet üzerinde alışkın oldukları bisiklet kıyafetlerini giymeleri istenmiştir.

Algılanan zorluk derecesi, altın standart olan 6'dan 20'ye kadar seviyelendirilmiş "Borg" skalası ile ölçülmüştür (Borg, 1970). Katılımcılara algıladıkları zorluk seviyeleri protokolda belirlenen zamanlarda; 4, 8, 12, 16 ve 20 dakikanın son 15 saniyesinde sorulmuş ve sporcuların test esnasında algıladıkları zorluğu sayısal olarak belirtmeleri istenmiştir (EK-11).

2.3.2.3. Kapiller Laktat ve Glukoz Değerlerinin Ölçülmesi

Test protokolünün öncesinde, test sırasında 4, 8, 12, 16, 20 dakikalarda, test bitiminden 5 dk sonrasında toplamda yedi zaman noktasında kapiller laktat (LA) ve glukoz (GLU) ölçümleri, parmak ucundan bir damla kan alınarak yapılmıştır. Katılımcıların parmak uçları oksijenli su içeren pamuk ile temizlenmiş, lanset kalemi ile kapiller kan alımı (bir damla) yapılmıştır. Kan örneğindeki glukoz (Accutrend Plus Roche, Almanya) ve laktat (Lactate Scout+, EKF, Almanya) marka analiz cihazı ile belirlenmiştir. Kan alımı yapılan parmak ucu test sonrası pamukla kapatılmıştır. Ölçümler araştırmacı ile birlikte, bir yardımcı ve bir tıp doktoru (Spor Hekimi) eşliğinde yapılmıştır.

2.3.3. Bilişsel Fonksiyon Ölçümleri

2.3.3.1. Stroop Testinin Uygulanması

“Stroop Test” Stroop (1935) tarafından geliştirilmiş, bilgi işleme hızı, yönetici kontrol, seçici dikkat ve bozucu etkiye direnci içeren çoklu bilişsel süreçleri ölçen testlerin içerisinde sık kullanılan testlerden birisidir (Witthöft ve ark., 2013). Testin uygulanmasında, bilgisayara uyarlanan paket versiyon olan InquisitLab 6 programı kullanılarak (InquisitLab 6, Millisecond, ABD), katılımcıların tepki süreleri daha hassas bir şekilde ölçülebilmektedir. Bu testin bilgisayar versiyonu; uyumlu (yazı ile renk aynı), uyumsuz (yazı ile renk farklı) ve kontrol (sadece renk) olmak üzere 3 farklı deneme çeşidinden oluşmaktadır.

Tüm katılımcılara eşit deneme sayısında yaklaşık 60 dk süreceği düşünülen, en az 10 en fazla 12 dk süren 500 deneme 5 set/blok olarak uygulanmıştır. Dolayısıyla testin 1 bloğu 500 deneme ve 3 tür uyarandan oluşmaktadır (167 uyumlu, 167 uyumsuz ve 166 kontrol) ve bu denemeler seçkisiz olarak sunulmaktadır. Katılımcılar, ekrana gelen kelimenin mürekkep rengiyle eşleşen tuşa, standart bilgisayar klavyesinde, mümkün olduğunca hızlı ve minimum hatayla basması yönünde bilgilendirilmişlerdir. Ekranda çıkan kelimeler hangi renkte ise o rengin seçilmesi istenmiştir. Katılımcılara cevap vermeleri için 2 s verilmiştir, 2 saniyeyi aşan cevaplar hesaplamaya dâhil edilmemiştir.

Katılımcıların her soruyu cevaplama hızları ve reaksiyonları onların bilişsel olarak dinamikliğini göstermektedir. Katılımcıların Stroop testten elde ettikleri skorlar, diğer deyişle bilişsel performansları bilgisayar ortamında kaydedilmiştir. Uygulanan Stroop testi, her biri 500 denemelik 5 set halinde uygulanmış, sporculara her denemeyi mümkün olduğunca doğru yapmaları, çok fazla hata yapmamaları gerektiği bildirilmiştir. Stroop denemelerinin her setinde katılımcıların en düşük % 5 oranında hata yapmasına izin verilmiş, hata payının daha fazla olduğu denemeler tekrar edilmiştir. Stroop test denemesi sonrasında katılımcıların her set sonrasında;

test tamamlama süresi (ms), reaksiyon süresi(ms), doğru oranı (%) bilgisayar ortamında kaydedilmiş ve katılımcıların bilişsel performansları bu parametreler ile değerlendirilmiştir.

Mevcut araştırmada uygulanan Stroop testinin her seti 500 deneme üzerinden, yaklaşık 11-12 dakikadan oluşmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda (11-12) dk*5 set şeklinde, toplamda 2500 deneme yaklaşık (50-60) dk test uygulanmıştır. Test süresi ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, elit ve rekreasyonel bisikletçilerde yapılan 30 dakikalık stroop testi ile deney ve kontrol gruplarının bisiklet performansı arasında bir farklılık gözlenmediği (Martin ve ark., 2016), diğer araştırmalarda da 10-30 dk stroop testinin bisikletçiler üzerinde BY oluşturmadığı rapor edildiğinden bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşturabilmek amacıyla test 30 dk ve üzerinde uygulanmıştır.

Stroop test değerlendirmesi için, sporcuların verdikleri cevaplar her set/blok sonunda, sonuçları hesaplanarak toplam bir puan elde edilir (Martin ve ark., 2016). Katılımcılar kendilerine sunulan yazının ekranda sunulan renge göre basması gereken tuşa basmaları yönünde bilgilendirilmişlerdir. Katılımcının hangi renge karşın hangi tuşa basması gerektiğini unutmaması ihtimaline karşı, bilgisayar ekranının üst kısmında bir hatırlatma bölümü yer almıştır. Tüm sporcular 2500 (500*5 set) denemelik testi yaklaşık 55-60 dakikada tamamlamışlardır. Testin tamamlanması sonucunda, sporcuların 2500 deneme üzerinde ms cinsinden reaksiyon zamanını gösteren toplam cevap süreleri, denemelere verilen yanıt hızları yani reaksiyon süreleri (ms), denemelere verilen doğru cevap oranları (%) bilişsel yorgunluk seviyelerini ortaya koymuştur.

BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftasında her sporcunun her blokta denemelere verdiği test tamamlama süresi, reaksiyon süreleri ve doğru oranı gözlemlenmiştir. Her blok sonrasında %5 hata oranını aşan, tamamlama süresi azalan veya reaksiyon süresi azalan ve 5 blok sonrasında BY oluşmayan sporcunun bir deneme daha yapması istenmiştir. BY oluşup oluşmadığı, sporcuların test esnasında ilk blok sonucunda elde ettiği süre ve doğru oranı baz alınarak değerlendirilmiştir. Sporcuların özellikle

sondan bir önceki ve sonuncu blokta (4 ve 5) aynı doğru oranında gösterdikleri performans sonucu elde ettikleri test tamamlama süresi veya reaksiyon sürelerinin ilk bloğa (1 ve 2) göre fazla olması; reaksiyon süreleri eşit veya fark az ise doğru oranındaki azalma ile BY oluştuğu kabul edilmiştir.

2.3.3.2. Bilişsel Yorgunluk Oluşumu ve Değerlendirilmesi

Katılımcılara BY oluşturmak amacıyla dört ziyaretin üçünde; BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında; Stroop testi uygulanmıştır. Katılımcıların Stroop testi ilk defa kullanmaları nedeniyle, uygulama ile ilgili deneme ilk ziyarette gerçekleştirilmiştir. Stroop testi ile ilgili ilk denemede, sporcular bilgisayar ortamına alıştırılmış, testin mantığı ve klavye kullanımı hakkında bilgilendirilmişlerdir. Bilişsel yorgunluk uygulaması 500 denemeden oluşan bloktan (setten) 5 set olacak şekilde toplamda 2500 deneme şeklinde uygulanmıştır. 500 deneme içerisinde eşit şekilde dağılmış 167 uyumlu (renk-yazı aynı), 167 uyumsuz (renk-yazı farklı) ve 166 kontrol (şekil-renk) Böylelikle standart bir uygulama sonrası, sporcuların cevaplama hızı, diğer deyişle reaksiyon süreleri (RS), test tamamlama süreleri (TS) ile yanıtladıkları doğru oranları kayıt altına alınmıştır.

BY oluşturmak amacıyla katılımcıların her set sonundaki TS, RS veya doğru oranı değerleri dikkate alınmıştır. TS ve RS değerinin artması veya doğru oranının azalması bireyde BY oluştuğuna işaret ettiğinden, bu parametreler dikkate alınmıştır. Testler başlamadan önce yorgunluk oluşmayan katılımcılara set sayısının artırılması planlanmıştır; ancak ziyaretler sırasında Stroop teste verilen yanıtlar doğrultusunda tüm katılımcılarda her hafta uygulanan testin her setinde %5 hata payı içerisinde kalarak, TS ve RS değerinin arttığı, dolayısıyla BY oluştuğu kanaati olduğundan araştırmacı tarafından hiçbir katılımcıya fazla set uygulaması yapılmamıştır. Sporcuların setleri TS hesaplandığında; Stroop test uygulamasının bir setinin 11-12 dk süreceği düşünülerek, sporcuların her seti en az 600.000 ms ile 720.000 ms arasında yapması öngörülmüştür. Bir setten diğerine geçiş yaparken, bir sonraki sete hazırlanma, uygulamayı açma kapamada geçen zaman da göz önüne alındığında

setler arasında 30 s zaman kullanılmıştır. Dolayısıyla bir katılımcı için toplam uygulama süresi 55 dk ile 60 dk arasında tamamlanmıştır.

Katılımcıların Stroop testi yaparken 1 ve 2 numaralı setlerde oldukça dinç oldukları; ancak set 3'ten itibaren yorulma belirtilerinin ortaya çıktığı ve bitkinlik hallerinin oluşmaya başladığı araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Katılımcılar BY uygulanan tüm haftalarda 3 numaralı setin bitiminden sonra, “kaçıncı set”, “son sete geldik mi?” vb soruları araştırmacıya yöneltmişler; testin bir an önce bitmesini istediklerini gösteren davranışlar sergilemişlerdir. Stroop uygulamasında BY oluşturmak için ana hedef; her katılımcının doğru oranının %5 in altına inmemesi, son sete doğru reaksiyon hızının düşmesi, kısaca TS ve RS nin artmasıdır. Araştırma süresince sporcuların Stroop uygulamaları esnasında ilgili parametreler her blok sonunda kontrol edilerek BY olduğu kanaati ile setler sonlandırılmış, test tamamlanmıştır.

2.3.4. Kafein Tüketim Ölçümleri ve Kafein Uygulaması

Araştırmada kafein ile ilgili olarak katılımcılara günlük kafein tüketim miktarlarını ortaya koyması amacıyla ilk ziyaretlerinde “Kafein Tüketim Formu” ile fizyolojik test öncesinde etken madde olarak kapsül kafein şeklinde iki uygulama yapılmıştır.

2.3.4.1. Günlük Kafein Tüketim Miktarının Belirlenmesi (Kafein Tüketim Formu)

Katılımcıların günlük kafein tüketim seviyelerini belirlemek için, kafein ve spor performansı ile ilgili Burke (2008) tarafından yayınlanan bilimsel çalışmada belirtilen ve ABD besin veri tabanı (Unites States Nutrient Database-USDA) tarafından da kabul edilmiş olan, günlük tüketilen içecek ve yiyeceklerdeki kafein miktarları göz önüne alınarak araştırmacı tarafından “Kafein Tüketim Formu”

hazırlanmıştır. “Kafein Tüketim Formu” katılımcılara ilk ziyaretlerinde doldurtulmuş, kafein içeren yiyecek ve içecek listesinin yer aldığı bu form ile katılımcılara, günde veya haftada ne, ne kadar ve ne sıklıkta kafein tükettikleri sorulmuştur. Kafein tüketim formu ile elde edilen veriler, Burke (2008) ve USDA tarafından kabul edilen kafein miktarları göz önünde bulundurularak, sporcuların tükettikleri günlük ve haftalık kafein miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 1.4).

2.3.4.2. Kafein Kapsülü ve Plasebo Uygulaması (NSK Kafein ve K2 Kapsül)

Araştırmada katılımcılar kafein alımı için toz kapsül Nature’s supreme kafein (NSK, VMHS-Almanya) 2 kapsül (2*200 mg) almışlardır. NSK, içerisindeki kafein ekstresi standardize edilmiş ve TÜRKAK tarafından akredite olmuş bir kapsül kafeindir. Ürünün kapsülleri bitkiselidir. Üst düzey sporcuların kafein ihtiyacını, kapsül formundaki besin takviyesi (kafein kapsülü) ile almaları, içeriğinde kafein bulunduran içeceklere oranla hem kolay tüketimi hem de daha az maliyetli olması açısından daha uygun olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, kapsül kafein istenilen her yere rahatça götürülebilir, istenilen zamanda kolayca kullanılabilir. 250 ml filtre kahvede yaklaşık olarak 80 mg kafein, standart servis espressoda 107 mg kafein bulunduğu düşünülürse (Burke, 2008), NSK iki buçuk bardak filtre kahve ve iki servis espresso içerek alınabilen kafein miktarını karşılayabilmektedir. NSK ürünü şekersizdir ve kalori içermemektedir. Plasebo kapsülleri aynı standartlarda; aynı görüntü, aynı boyut, aynı koku ve aynı tat şeklinde olan Nature Supreme K2 vitamin ile uygulanmıştır. Plasebo olarak verilen K2 vitamini de katılımcılara iki kapsül şeklinde verilmiştir. Böylelikle sporcular kafein ya da plasebo kapsülleri arasında ayırım yapamamışlardır. Kapsüller su ile birlikte oral yoldan teste başlamadan bir saat önce verilmiştir. Kafein ve plasebo tüketimini takiben 45-60 dk içinde FEG test uygulanmıştır.

2.3.5. Psikolojik Ölçümler

2.3.5.1. Dört Boyutlu Yakınma Listesi (4BYL)

Laboratuvar ziyaretlerinin başında katılımcıların bir haftalık ruh hali değişikliklerini ve ziyaret sonunda test boyunca hissettiklerini değerlendirmek için “Dört Boyutlu Yakınma Listesi” ölçeği (4BYL) kullanılmıştır (EK-7). 4BYL ölçeği 20 sıfattan oluşmaktadır ve pozitif enerji, yorgunluk, negatif uyarılma ve gevşemeyi ölçmek için tasarlanmıştır. Katılımcılar, her sıfat için 5 puanlık likert ölçeği kullanarak mevcut duygu durumlarını ne ölçüde tanımladıklarını derecelendirmişlerdir. Bu ölçeğin güvenilirliği ve geçerliliği daha önce bildirilmiştir (Huelsman ve ark., 1998). Ölçekte ön test için sporcuların son bir hafta içerisinde veya son test için test esnasında yaşadıkları fiziksel veya psikolojik sıkıntılar sorulmaktadır. Ölçeğin ilk bölümündeki sorular; kas ağrısı, baş dönmesi, kalp çarpıntısı gibi zorlanmaya bağlı ciddi fizyolojik sıkıntılar olup, diğer bölümlerde parmaklarda karıncalanma, keyifsizlik, uykusuzluk, korku veya panik atak yaşamak, hiçbir şeyden keyif almamak gibi küçük fizyolojik sıkıntılar ile psikolojik sıkıntıların olduğu sorular yer almaktadır. Sorulara verilen cevaplar; “Hiç olmadı”, “Nadiren”, “Düzenli olarak”, “Sıklıkla” ve “Sürekli” şeklinde 5'li likert tipinde olup puanlaması sırasıyla 0, 1, 2, 3 ve 4 olarak değerlendirilmektedir. Katılımcılara 4BYL ölçeği her ziyaretlerinde ilk geldiklerinde son bir haftada yaşadıklarını öğrenmek için ön test (4BYLön) ve FEG test esnasında yaşadıkları herhangi bir sıkıntının olup olmadığını öğrenmek için test sonrasında son test (4BYLson) olarak uygulanmıştır. Ölçeğin değerlendirmesi haftalık toplam puan üzerinden yapılmıştır.

2.3.5.2. Görsel Analog Skala (GAS)

Fiziksel ve psikolojik ölçümler yapılırken bazı subjektif parametreler yardımıyla değerlendirmeler yapılabilmektedir. Özellikle, sonuçların ölçüm hatalarından uzak olduğu düşünülse de araştırmalarda çoğunlukla subjektif

yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu nedenle görsel analog skala (GAS) sıklıkla kullanılan subjektif envanterlerden biridir (Van Cutsem ve ark., 2017). Katılımcı, neyi ne kadar hissettiğini, ne kadar bir yorgunluğa ulaştığını subjektif değerlendirmede kendisi belirtmektedir (Boksem ve Tops, 2008). Örneğin GAS ölçeğinde, katılımcıdan yorgunluğunu “0” ile “10” veya “0” ile “100” arasındaki skala üzerinde işaretlemesi istenir. Dolayısıyla ölçek, katılımcının yaşadığı duyguyu, 100 bölmeye bölünmüş bir yatay çizgi üzerinde, dikey bir çizgi ile işaretlediği duygu sıfatlarından oluşmaktadır (EK-8). Değerlendirilen her bir duygu sıfatı, o duygunun hiç yaşanmaması (örn., hiç gergin değilim = 0) veya bütünüyle yaşanıyor olması (örn., son derece gerginim = 100) arasında değişebilmektedir. GAS dört duygu durum kategorisini değerlendirmektedir (Albersnagel, 1988; Aydın ve ark., 2011): Disfori (dysphoria), Düşmanlık (hostility), Kaygı (anxiety) ve Olumlu Duygudur (positive affect). *Disfori*; depresif, üzgün, hüznü, ızdırap içinde, umutsuz, perişan sıfatlarını içermektedir. *Düşmanlık*; tepesi atmış, aykırı, huzursuz, düşmanca sıfatlarından oluşmaktadır. *Kaygı*; kaygılı, tedirgin, gergin, sinirli sıfatlarını içermektedir. *Olumlu Duygu* ise mutlu, hoşnut, neşeli, memnun sıfatlarından oluşmaktadır. Duygu durumunun puanlanması, katılımcının 100’e bölünmüş düzlem üzerinde yaptığı dikey işaretlemenin cetvel ile ölçülmesine dayanmaktadır. Puanlama sırasında olumlu duygu sıfatları ters çevrilen maddelerdir. Katılımcılara GAS ölçeği testlerden önce (GASön) ve testlerden sonra (GASson) uygulanmış, kendilerini değerlendirmeleri istenmiştir. Ölçek, sporcuların sahip olduğu pozitif duygulardan mutlu, hoşnut, memnun, neşeli duygularıyla birlikte; gergin, umutsuz, tedirgin, üzgün, kaygılı vb negatif duygularını 100 üzerinden derecelendirerek, kendilerini değerlendirmeleri istenmiştir. Ölçeğin kültürümüze uyarlaması, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Aydın ve ark. (2011) tarafından yapılmıştır.

2.3.5.3. Görev Yük Endeksi Ölçeği (NASA-TLX)

Bilişsel görevlerin öznel iş yükünü değerlendirmek için NASA Görev Yük Endeksi (NASA-TLX) kullanılmıştır (EK-6). NASA görev yük endeksi (TLX), iş yükünü ölçmek için 20 yıldan fazla bir süre önce geliştirilmiştir. NASA-TLX bilişsel

test sonrası sporcuların bilişsel yorgunluk seviyelerini belirlemek için yapılmıştır. NASA-TLX ölçeği, 6 alt boyuttan oluşur ve bunlar; mental gereksinim, fiziksel gereksinim, geçici gereksinim, performans, çaba algısı ve hayal kırıklığı seviyelerini belirleyen altı sorudan oluşmaktadır. Katılımcılardan, her bir maddeyi, iki kutuplu tanımlayıcılar tarafından yüksek ve düşük puanlamayla 20 eşit aralığa bölünmüş bir ölçekte puanlamaları istenir. Bu puan 5 ile çarpılır ve sonuç olarak 0 ile 100 arasında bir son puan elde edilir (Hart, 2006). Elde edilen puan sporcuların bilişsel test sonrası yorgunluğunun sayısal olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır.

2.3.5.4. BRUNEL Ruh Hali Ölçeği (BRUMS)

Brunel Ruh Hali Ölçeği kısa adıyla BRUMS, Terry ve ark. (2003) tarafından geliştirilmiştir. BRUMS toplam 24 maddeden ve 6 alt boyuttan oluşmakta; 5’li likert şeklinde değerlendirilmektedir (EK-10). Optimal ruh hali durumunuzu oluşturmak için BRUMS nasıl kullanacağınızı, bitkinlikten ve aşırı antrenmandan kaçınabileceğiniz fiziksel hazırlıklarınızı nasıl gözlemleyeceğinizi açıklamayı amaçlamaktadır. Ergen ve yetişkin nüfus için ruh hallerini ölçmeye yönelik olarak geliştirilmiştir. Duygu durumu profilinden türeyen BRUMS kızgın, enerjik, sinir ve mutsuz gibi 24 basit duygu-durum tanımlayıcısı içerir (Çakıroğlu, 2016). Maddelere verilen cevaplar “hiç değil, biraz, orta derecede, oldukça, son derecede” şeklindedir. BRUMS’un Türk sporcular üzerindeki uyarlaması Çakıroğlu (2016) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaya göre ölçeğin yetişkin sporcularda test güvenirliğinin, 5 maddenin silinmesi ve alt boyutların dörde düşürülmesi ile birlikte, α değeri 0,866 ile tekrar test güvenirlik analizinde $\alpha=0,853$ oldukça güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yeni haliyle ölçek 19 madde ve alt boyutları; “Bitkinlik, Depresiflik, Kızgınlık, Dinçlik” maddeleri olarak ölçülmeye çalışılmıştır. Çakıroğlu (2016) “Bitkinlik” halini ölçen maddelerin; uykulu, bitkin, yorgun, tükenmiş, sersem; “Depresiflik” halini ölçen maddelerin; depresif, tedirgin, panik, kaygılı, mutsuz, akli karışık, kararsız ve berbat; “Kızgınlık” halini ölçen maddelerin; kızgın, sinirli, gergin, huysuz; “Dinçlik” halini ölçen maddelerin; aktif, atik, enerjik, canlı olduğunu belirtmiştir. Ölçeğin amacı doğrultusunda, katılımcılara FEG test sonrasında

uygulanmış ve sporcuların maksimal yüklenmeleri sonrası anlık ruh halleri ölçülmüştür. Ölçekten elde edilen toplam puanlar, her bir alt boyut ve her hafta için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sporcunun BRUMS puanı olarak kaydedilmiştir.

2.4. İstatistiksel Analiz

Araştırmada örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında Gpower 3.1 (Almanya) istatistik programı kullanılmıştır. Gpower 3.1 programında her grupta 10’ar katılımcı olmasının, kafein ve plasebo denemeleri arasında %3,5’lik değişimi 0,84 güç ve $p < 0,05$ olarak tespit etmek için yeterli olacağı tespit edilmiştir. Tüm veriler IBM SPSS (IBM Corp. Armonk, Amerika) istatistiksel analiz programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın tanımlayıcı istatistiklerinden kategorik değişkenler frekans ve yüzde olarak, sürekli değişkenler ise aritmetik ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Verilerin normallik analizleri için “Kolmogorov-Smirnov” veya “Shapiro Wilk” testi kullanılmış ve normal dağılım gösterip göstermediği değerlendirilmiştir. BY etkisini ölçmek için BY_{kon} ve BY_{den} haftalarına ait veriler incelenmiş, verilerin örneklem üzerinde normal dağılımı durumunda “Paired Sample t test”; normal dağılım göstermemesi durumunda “Wilcoxon Sıralı İşaret testi” kullanılmıştır. BY uygulanan haftalarda kafein etkisini ölçmek için BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarına ait veriler incelenmiş, verilerin örneklem üzerinde normal dağılımı durumunda “Tekrarlı Ölçümlerde Farkın Anlamlılık testi (Repeated Measures ANOVA)” kullanılmış, anlamlı fark olduğunda farkın hangi gruptan kaynaklandığı ise “Bonferroni” post-hoc testi ile belirlenmiştir. Verilerin normal dağılıma sahip olmadığı durumlarda “Friedman testi” ile anlamlı farkın olup olmadığı tespit edilmiştir. “Tekrarlı ölçümlerde ANOVA” testinde, küresellik varsayımının geçerliliği Mauchly Testi ile saptanmış, varsayımın yerine gelmediği durumlarda Epsilon $< 0,75$ ise Greenhouse-Geisser, $> 0,75$ ise Huynh-Feldt düzeltilmesi uygulanmıştır. Anlamlı bir asıl etki veya etkileşim tespit edildiğinde, “Bonferroni” post-hoc analizi gerçekleştirilmiştir. Anlamlı parametrelerin etki büyüklüğü için kısmi eta kare (η^2) ve %95 güven aralığı (%95 GA) hesaplanmıştır. η^2 değeri $< 0,10$ ise önemsiz, $0,10-0,25$ ise küçük, $0,25-0,39$ ise orta, $\geq 0,40$ ise büyük

olarak sınıflandırılmıştır (Cohen, 1992). İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



3. BULGULAR

Katılımcılara ait tanımlayıcı bilgiler Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler

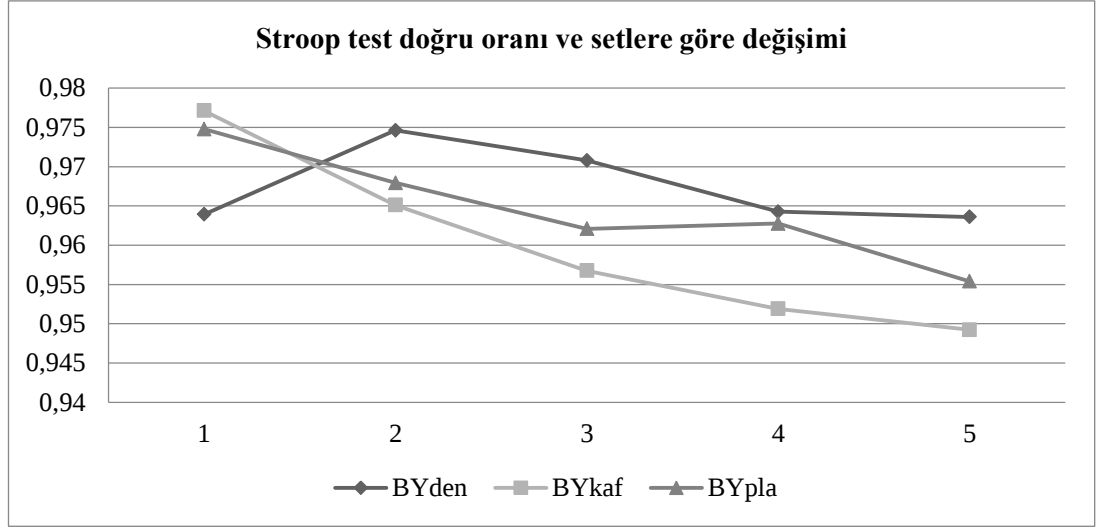
Parametreler	Min	Maks	Ort	Ss
Yaş (yıl)	17,00	35,00	27,75	8,666
Boy (cm)	163,00	188,00	177,93	7,838
VA(kg)	50,97	94,42	70,76	12,771
VYO (%)	5,90	15,35	10,58	2,926
VKİ	19,05	27,59	22,19	2,547
Kas ağırlığı (kg)	25,50	47,23	35,66	6,148
Kas Oranı (%)	48,03	53,28	50,48	1,704
Ortalama günlük kafein tüketim miktarı (mg/kg)	68,00	621,00	405,66	168,796
Haftalık antrenman mesafesi (km)	250	450	332,50	58,63
Yıllık geçilen mesafe (km)	9000	20000	14667	3524,80

VA: Vücut ağırlığı, VYO: Vücut yağ oranı, VKİ: Vücut kütle indeksi

3.1. Bilişsel Yorgunluk Oluşumu

Katılımcılara BY oluşturmak amacıyla dört ziyaretin üçünde; BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında uygulanan Stroop testi sonrası, sporcuların cevaplama hızı, reaksiyon süreleri (RS), test tamamlama süreleri (TS) ile yanıtladıkları doğru oranları ile ilgili veriler dikkate alınmıştır. Katılımcılarda BY oluşumu için öncelikle doğru oranları ve doğru oranlarının setlere göre dağılımı incelenmiştir.

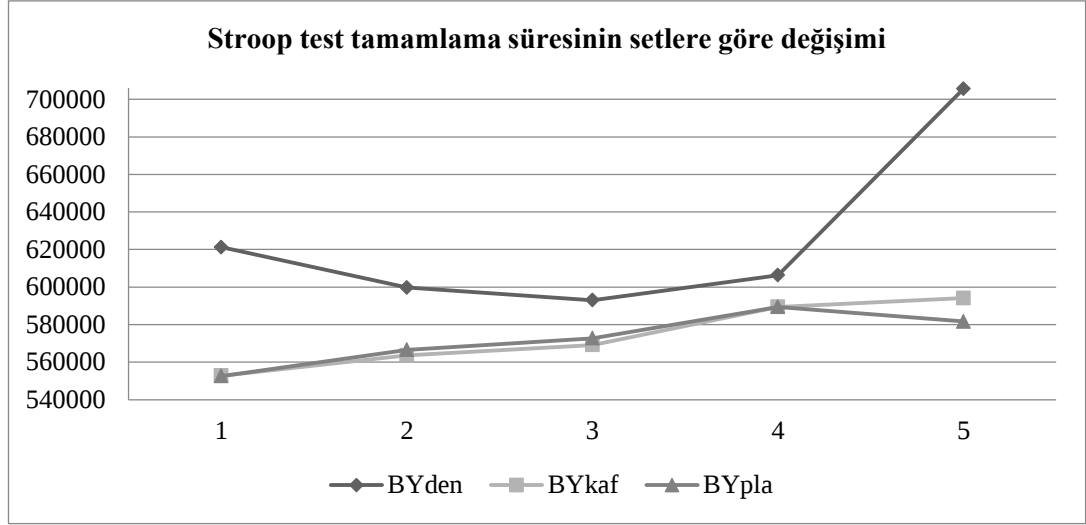
Katılımcıların BY uygulanan haftalara ait doğru oranları ve doğru oranlarının setlere göre değişimi Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Stroop test doğru oranının setlere göre değişimi

Şekil 3.1’deki verilere göre, katılımcıların BY uygulandığı haftalarda, her seansta verdikleri yanıtların doğru oranları %5 hata payı içerisinde kalmıştır. Sporcuların doğru oranları, Stroop uygulamasının en başında, ilk blokta en yüksek seviyede iken son sete doğru hata payı artmış ve yorgunluğa bağlı olarak katılımcıların doğru oranları azalmıştır. İlk ve son set arasındaki farkın en fazla olduğu haftanın BY_{kaf} haftası olduğu, sonraki en fazla farkın BY_{pla} haftası olduğu görülmektedir.

Katılımcıların bilişsel performansları, %95 doğruluk payı aralığında, test tamamlama süresi (ms) ve reaksiyon süresi (ms) skorları ile değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, Stroop test tamamlama süresine ait ortalamaların setlere göre dağılımı Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Stroop test tamamlama süresinin setlere göre değişimi

Şekil 3.2’deki bilgilere göre, BY uygulanan haftalarda, katılımcıların TS değerleri her blokta artmaktadır. TS nin artması katılımcıların test yanıt hızlarının azaldığının, dolayısıyla yorulduğunun bir göstergesi olup, TS ne ait verilerin istatistiksel analizi aşağıda sunulmuştur.

BY_{den} haftası Stroop test tamamlama sürelerinin setler arası farkı Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. BY_{den} haftası Stroop test tamamlama süresinin setlere göre farkının istatistiği

Haftalar	(N=12)	X±SS (ms)	% artış	X ²	sd	p	Posthoc
BY _{den}	Set 1	621212,5±65705,2	18,97	20,067	4	0,000*	1<5
	Set 2	599765±79487,3					
	Set 3	593033,2±56821					
	Set 4	606288±98778,8					
	Set 5	705585,8±101235					

*p<0,05

Katılımcıların BY_{den} haftasına ait Stroop test tamamlama sürelerine ait veriler, normal dağılım göstermediğinden, setler arası fark “Friedman testi” ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2’de elde edilen verilere göre, Stroop testinin uygulandığı ilk hafta olan BY_{den} haftasında, Stroop test TS ortalamaları karşılaştırıldığında; setler arası

farkların anlamlı olduğu, TS nin arttığı gözlemlenmiştir (%18,97; $TS_1 < TS_5$). İlk ve son set arasındaki TS farkının istatistiksel anlamlı olduğu bulunmuştur ($p_{BY_{den}}=0,000$; $p<0,05$). TS nin artması, sporcularda yorgunluk oluşumunun bir göstergesi olduğundan, BY_{den} haftasında katılımcılar üzerinde bilişsel yorgunluk oluşturulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

BY_{kaf} ve BY_{pla} haftası, Stroop test tamamlama sürelerinin setler arası farkı Çizelge 3.3 'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. BY_{kaf} ve BY_{pla} haftasına ait Stroop test tamamlama süresinin setlere göre farkının istatistiği

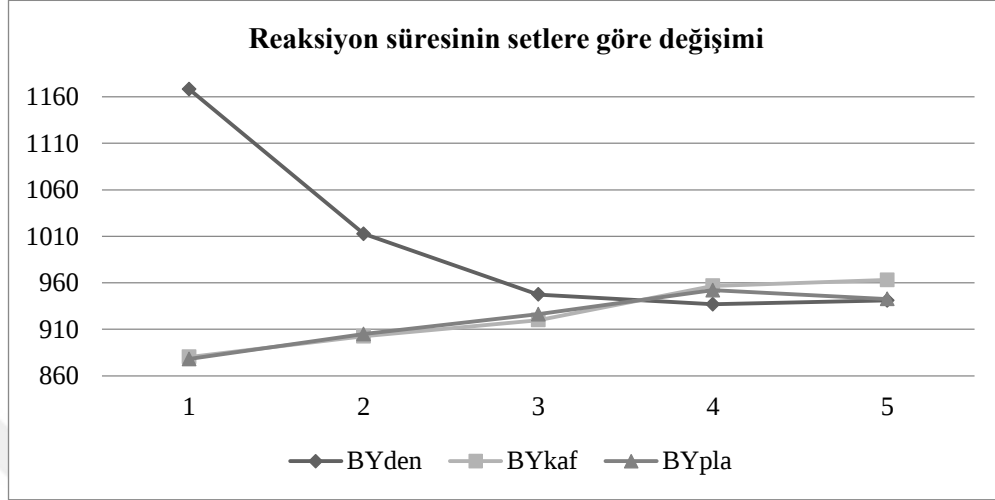
Haftalar	(N=12)	$\bar{X} \pm SS$ (ms)	% artış	p	η^2_G	Posthoc
BY_{kaf}	Set 1	552744,6 $\pm$ 39266,8	7,45	0,077	0,196	1<5
	Set 2	563587,5 $\pm$ 51894,3				
	Set 3	569104,6 $\pm$ 52971,9				
	Set 4	589407,3 $\pm$ 68493,2				
	Set 5	594146,6 $\pm$ 80198,3				
BY_{pla}	Set 1	552598,2 $\pm$ 64896,1	6,67	0,434	0,081	1<4
	Set 2	566566,4 $\pm$ 80800,8				
	Set 3	572749,3 $\pm$ 84415,6				
	Set 4	589405,4 $\pm$ 103439,6				
	Set 5	581690,6 $\pm$ 80268,7				

* $p<0,05$

Katılımcıların BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarına ait verileri normal dağılım gösterdiğinden, bu haftalardaki Stroop test tamamlama süreleri setlere göre “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA test” ile karşılaştırılmıştır. Bulgular doğrultusunda, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında bisikletçilerin test tamamlama süresi artmaktadır ($TS_{BY_{kaf}}=1<5$; $TS_{BY_{pla}}=1<4$); ancak son set ile ilk setler arasındaki TS farkının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p_{BY_{kaf}}=0,077$, $p_{BY_{pla}}=0,434$; $p>0,05$).

Bu durumda BY değerlendirmek için, diğer bir parametre olan, reaksiyon süreleri (ms) sınanmıştır. Katılımcıların RS değerlerine ait verilerin normallik sınaması “Shapiro Wilk” testi ile yapılmıştır ve tüm haftalar için RS değerlerine ait verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir ($p_{BY_{den}}=0,248$; $p_{BY_{kaf}}=0,448$; $p_{BY_{pla}}=0,166$; $p>0,05$). Setlere göre RS farkları “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi

ile sınanmıştır. Stroop test reaksiyon sürelerinin setlere göre değişimi Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Stroop test reaksiyon süresi ortalamalarının setlere göre değişimi

Şekil 3.3'te elde edilen verilere göre, BY uygulanan haftalardan, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftasında, katılımcıların reaksiyon hızları her sette azalmış, RS artmıştır. TS deki artışa rağmen farkın anlamlı bulunmadığı BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında RS nin artması katılımcıların reaksiyon hızının azaldığının, dolayısıyla bilişsel olarak yoruldıklarının bir göstergesi olup, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarına ait RS değerlerindeki farkın istatistiksel analizi Çizelge 3.4'te sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Setlere göre Stroop test reaksiyon sürelerindeki farkın istatistiği

Haftalar	(N=12)	X±SS (ms)	% değişim	p	η^2_G	Posthoc
BY _{kaf}	Set 1	880,3±80,6	9,38	0,034*	0,206	1<5
	Set 2	902,5±102,8				
	Set 3	919,7±109,8				
	Set 4	956,7±143,8				
	Set 5	962,9±155,8				
BY _{pla}	Set 1	878,1±116,5	7,77	0,342	0,095	1<5
	Set 2	904,8±125,1				
	Set 3	926,1±155,7				
	Set 4	942, 5±156,9				
	Set 5	952,1±190,2				

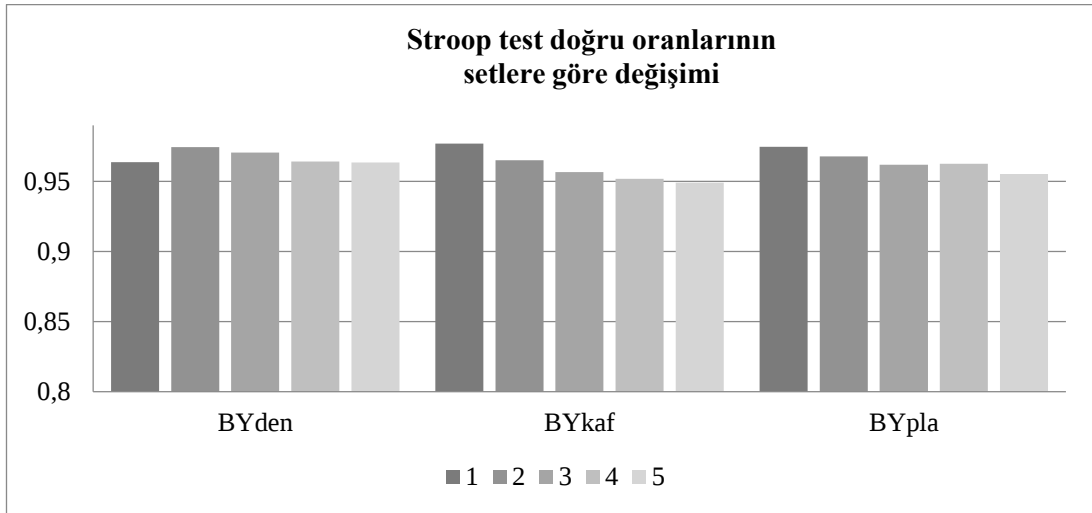
*p<0.05

BY_{kaf} ve BY_{pla} haftasındaki setlere ait RS verileri “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile değerlendirilmiştir. BY_{kaf} haftasında katılımcıların Stroop test RS

değerleri arasındaki fark, setlere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p_{BY_{kaf}}=0,034$; $p<0,05$) ve farkın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($\eta^2_G=0,206$). RS değerinin son setlere doğru artması BY oluşumu için beklenen bir durumdur. Dolayısıyla BY_{kaf} haftasında da katılımcılar üzerinde Stroop test ile BY oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır.

BY_{kaf} haftasında olduğu gibi BY_{pla} haftasında da BY oluşumu açısından RS artış göstermiştir; ancak bu artışın BY_{den} haftasındaki TS de olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p_{PLA}=0,342$; $p>0,05$). BY_{pla} haftasında TS ve RS de artış olmasına rağmen, setler arası farkın anlamlı olmaması sonucunda katılımcıların doğru oranları ve doğru oranları arasındaki fark incelenmiştir. Katılımcıların Stroop test doğru oranlarına ait verilerin normalliği “Shapiro Wilk” testi ile sınanmış ve verilerin normal dağılım gösterdiği bulunmuştur ($p_{PLA}=0,061$; $p>0,05$). Bu sonuç doğrultusunda BY_{pla} haftası için doğru oranlarının setlere göre farkına bakmak için “Tekrarlı ölçümlerde ANOVA” testi yapılmıştır.

Stroop test doğru oranlarına ait ortalamaların setlere göre değişimi Şekil 3.4’te verilmiştir.



Şekil 3.4. Stroop test doğru oranı ortalamalarının setlere göre değişimi

Şekil 3.4'teki verilere göre, tüm haftalarda doğru oranları setler ilerledikçe azalmıştır. Doğru oranları arasındaki fark en az BY_{den} haftasında iken, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında doğru oranları arasındaki farkın daha fazla olduğu görülmektedir. TS ve RS nin artması ve doğru oranında azalma olması BY oluştuğunu gösterdiğinden BY_{pla} haftasında da katılımcılar üzerinde BY oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır. BY_{pla} haftasında TS ve RS nin artmasına rağmen farkın anlamlı bulunmadığı ve BY_{pla} haftasında doğru oranının azalması, katılımcıların bilişsel olarak yorulduklarının bir göstergesi olup, BY_{pla} haftası setlere göre, doğru oranı değerlerindeki farkın istatistiksel analizi Çizelge 3.5'te sunulmuştur.

Çizelge 3.5. BY_{pla} haftası, setlere göre Stroop test doğru oranlarındaki farkın istatistiği

Haftalar	(N=12)	X±SS	% değişim	p	η^2_G	Posthoc
BY _{pla}	Set 1	0,97475±0,020	1,3	0,035*	0,248	1>5
	Set 2	0,96783±0,026				
	Set 3	0,96183±0,036				
	Set 4	0,96283±0,032				
	Set 5	0,95550±0,036				

*p<0,05

BY_{pla} haftasında doğru oranı ortalamalarının setler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p_{BY_{pla}}=0,035$; $p<0,05$) ve bu farkın etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($\eta^2_G=0,248$). BY_{pla} haftasında katılımcıların Stroop testi doğru oranı setler ilerledikçe ciddi şekilde azalma göstermiştir. Bu azalma katılımcıların bilişsel olarak yorulduklarını göstermektedir ve BY_{pla} haftasında da Stroop test ile katılımcılar üzerinde bilişsel yorgunluk oluşturulmuştur. BY_{pla} haftasında TS değerleri artarken ve RS değerleri azalırken farkın istatistiksel anlamlı olmaması sporcuların hata yapma oranının fazla olması ile açıklanabilir. Diğer deyişle, katılımcıların BY_{pla} haftasında hata oranının ciddi şekilde arttığını, bu nedenle denemelere verdikleri cevap hızlarının (RS) ve testi tamamlama sürelerinin (TS) çok artış göstermediğini, böylelikle RS ve TS nin setlere göre istatistiksel farklılaşmadığını açıklamaktadır. Sonuç olarak BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında, katılımcılar üzerinde Stroop test ile BY oluşturulmuştur.

3.2. Bilişsel Yorgunluk Etkisi

3.2.1. Bisiklet Performans ve Fizyolojik Parametrelere Etkisi

Katılımcıların BY_{kon} ve BY_{den} haftalarına ait FEG, OG, RG, KAH, AZD, LA, GLU, KAD değerlerine ait verilerin normalliği “Shapiro Wilk” testi ile sınanmış; BY_{kon} haftasında LA değeri ($p<0.05$) hariç tüm parametrelerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Buna göre BY etkisini gözlemlemek amacıyla parametrelerin BY_{kon} ve BY_{den} haftaları arasındaki farka, LA parametresi için “Wilcoxon testi”; FEG, OG, RG, KAH, AZD, GLU ve KAD parametreleri için “Paired Sample t test” ile bakılmıştır.

Stroop test uygulanan hafta BY_{den} ile uygulanmayan BY_{kon} haftasında, katılımcıların bisiklet performans parametrelerine ve fizyolojik yanıtlarına ait değerler arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.6’da sunulmuştur.

Çizelge 3.6. BY_{den} ve BY_{kon} haftasında, bisikletçilerin performans değerleri ve fizyolojik yanıtlarındaki farkın istatistiği

N=12	Değişkenler	Test Zamanı	$\bar{X} \pm SS$	%	T/Z	p
Bisiklet Performans Parametre	FEG(W/kg)	BY_{kon}	3,73±0,61	-	0,069	0,947
		BY_{den}	3,72±0,59			
	OG (W)	BY_{kon}	273,58±44,47	0,21	-0,158	0,878
		BY_{den}	274,16±42,89			
	RG (W/kg)	BY_{kon}	3,92±0,64	-	0,115	0,910
		BY_{den}	3,92±0,61			
	KAD(devir/dk)	BY_{kon}	94,25±7,66	3,61	-1,817	0,097
		BY_{den}	97,66±8,18			
Fizyolojik Yanıtlar	KAH (atım/dk)	BY_{kon}	169,83±12,18	1,47	-2,196	0,050
		BY_{den}	172,33±10,52			
	AZD	BY_{kon}	16,98±0,99	1,06	-0,593	0,565
		BY_{den}	17,16±1,17			
	GLU (mg/dl)	BY_{kon}	66,35±17,85	10,23	1,855	0,091
		BY_{den}	59,56±9,94			
	LA (mmol/L)	BY_{kon}	9,08±2,72	16,18	-1,334	0,182
		BY_{den}	10,55±4,18			

* $p<0,05$; FEG: Fonksiyonel eşik güç, OG: Ortalama güç, RG: Rölatif güç, KAD: Kadans, KAH: Kalp atım hızı, AZD: Algılanan zorluk derecesi, GLU: Glukoz, LA: Laktat.

Çizelge 3.6’daki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının hem bisiklet performans parametreleri; FEG, OG, RG, KAD hem de

fizyolojik yanıtlardan; KAH, AZD, GLU ve LA üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$; $p_{FEG}=0,947$; $p_{OG}=0,878$; $p_{RG}=0,910$; $p_{KAD}=0,097$; $p_{KAH}=0,050$; $p_{AZD}=0,565$; $p_{GLU}=0,091$; $p_{LA}=0,182$). Performans ve fizyolojik parametrelerdeki yüzdelik değişim; OG %0,21; KAD %3,61; KAH %1,47; AZD %1,06; GLU %10,23; LA %16,18 olarak bulunmuştur.

Bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulaması, RG, OG, FEG değerine etki etmemiş, GLU değerini azaltmış, diğer yandan KAH, LA, KAD ve AZD değerini artırmıştır; ancak parametreler üzerindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Özellikle KAH değerinin BY uygulaması ile istatistiksel farklılığa yakın olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Katılımcıların, ziyaretler başında (ön test) ve FEG test sonrası ziyaretler sonunda (son test) sistolik (SKB) ve diastolik kan basınçları (DKB) ile FEG test öncesi (ön test) ve FEG test sonrası (son test) olmak üzere LA ve GLU değerleri ölçülmüştür. BY_{kon} ve BY_{den} haftalarına ait verilerin normalliği “Shapiro Wilk” testi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuca göre verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir ($p>0,05$). Bu doğrultuda Stroop test ile BY uygulaması sonucunda, SKB, DKB, LA ve GLU değerlerinin ön test ve son testler arasındaki farkına “Paired sample t testi” ile bakılmıştır.

Bisikletçilerin Stroop test uygulanan hafta BY_{den} ile uygulanmayan BY_{kon} haftasına ait SKB, DKB, LA ve GLU değerlerinin ön test ve son testlerinin fark istatistiği Çizelge 3.7’de sunulmuştur.

Çizelge 3.7’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının, SKB değerini, ziyaretlerin başında artırdığı ve ziyaret sonunda azalttığı tespit edilmiş; ancak bu değişimin anlamlı olmadığı ($p_{SKB_{din}}=0,264$; $p_{SKB_{son}}=0,463$; $p>0,05$) bulunmuştur. Aynı şekilde, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının, ziyaretlerin başında ve sonunda DKB değerini azalttığı tespit edilmiş; ancak bu azalmanın anlamlı olmadığı ($p_{DKB_{din}}=0,929$; $p_{DKB_{son}}=0,191$; $p>0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 3.7. BY_{den} ve BY_{kon} haftasında, bisikletçilerin sistolik ve diastolik kan basıncı ile test öncesi ve sonrası laktat ve glukoz değerlerindeki farkın istatistiği

Değişkenler	N=12	Test Zamanı	X±SS	%	t	p
SKB (mmHg)	Ön test (Din)	BY _{kon}	135,75±11,07			
		BY _{den}	141,58±16,97	4,30	-1,178	0,264
	Son Test	BY _{kon}	128,50±32,57			
		BY _{den}	121,67±23,25	5,32	0,761	0,463
DKB (mmHg)	Ön test (Din)	BY _{kon}	82,42±9,47			
		BY _{den}	81,91±13,72	0,62	0,091	0,929
	Son test	BY _{kon}	73,75±18,03			
		BY _{den}	67,41±14,78	8,60	1,392	0,191
LA (mmol/L)	Ön test	BY _{kon}	3,72±1,35			
		BY _{den}	3,70±1,12	0,54	0,058	0,955
	Son Test	BY _{kon}	8,24±2,35			
		BY _{den}	8,34±3,07	1,21	-0,084	0,935
GLU (mg/dl)	Ön test	BY _{kon}	59,50±20,63			
		BY _{den}	52,58±18,37	11,63	1,179	0,263
	Son Test	BY _{kon}	90,00±25,86			
		BY _{den}	77,91±30,83	13,43	2,248	0,046*

*p<0,05, Din: Dinlenim, SKB: Sistolik Kan Basıncı, DKB: Diastolik Kan Basıncı, LA: Laktat, GLU: Glukoz

FEG test öncesi ve sonrası LA ve GLU değerleri farkı incelendiğinde; LA_{ön}, GLU_{ön} ve GLU_{son} değerleri azalmakta, LA_{son} değeri artmaktadır; ancak bunlardan LA_{ön}, GLU_{ön} ve LA_{son} değerleri anlamlı ölçüde değişim göstermezken (p>0,05; p_{LAön}=0,955; p_{LAson}=0,935; p_{GLUön}=0,263); GLU_{son} değerinin anlamlı derecede azaldığı tespit edilmiştir (p<0,05; p_{GLUson}=0,046). Sonuç olarak BY uygulaması, SKB, DKB, LA_{ön}, GLU_{ön} ve GLU_{son} değerlerini azaltmakta; LA_{son} değerini artırmaktadır. Ancak bu değişimin yalnızca GLU_{son} üzerinde anlamlı olduğu, diğer parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. BY uygulanmadığı hafta FEG test sonrasında GLU değeri normale dönerken, BY uygulandığı hafta GLU değeri normale dönmemiş, daha düşük seviyede kaldığı görülmüştür. Katılımcıların test öncesi ve sonrası fizyolojik yanıtlarındaki yüzdelik değişim; SKB_{din} %4,30; SKB_{son} %5,32; DKB_{din} %0,62; DKB_{son} %8,60; LA_{ön} %0,54; LA_{son} %1,21; GLU_{ön} %11,63; GLU_{son} %13,43 olarak bulunmuştur.

3.2.2. Psikometrik Etkisi

Bisikletçilerin Stroop test uygulanan hafta BY_{den} ile uygulanmayan BY_{kon} haftalarına ait 4BYL ölçeği ön test (din) ve son test toplam puanları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.8’de sunulmuştur.

Çizelge 3.8. BY_{den} ve BY_{kon} haftasında, bisikletçilerin 4BYL puanlarındaki farkın istatistiği

N=12	Alt Boyutlar	Test Zamanı	$X \pm SS$	%	Z	p
4BYL	Ön test	BY_{kon}	16,33±18,23			
		BY_{den}	7,08±8,60	56,6	-2,802	0,005*
	Son test	BY_{kon}	5,83±15,17			
		BY_{den}	1,50±4,10	74,2	-1,511	0,131

* $p < 0,05$; 4BYL: Dört boyutlu yakınma ölçeği.

Çizelge 3.8’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının ziyaretler öncesinde bisikletçilerin 4BYL toplam puanlarını anlamlı ölçüde azalttığı ($p_{4BYL_{ön}}=0,005$; $p < 0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. BY öncesinde sporcuların duygu durumları anlamlı ölçüde azalırken, Stroop test ile BY uygulamasından sonra bisikletçilerin 4BYL ölçeği son test toplam puanları da azalmıştır; ancak son test puanlarındaki azalışın anlamlı seviyede olmadığı görülmüştür ($p_{4BYL_{son}}=0,131$; $p > 0,05$).

Bisikletçilerin BRUNEL ölçeğinin dinçlik ve bitkinlik alt boyutlarına ait verilerin, Stroop test uygulanan hafta BY_{den} ile uygulanmayan BY_{kon} haftası arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.9’da sunulmuştur.

Çizelge 3.9. BY_{den} ve BY_{kon} haftasında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyut puanlarındaki farkın istatistiği

N=12	Alt Boyutlar	Test Zamanı	$X \pm SS$	%	T	p
BRUNEL	Dinçlik	BY_{kon}	12,0±4,37			
		BY_{den}	12,50±4,75	4,16	-0,386	0,707
	Bitkinlik	BY_{kon}	7,50±2,15			
		BY_{den}	7,00±3,59	6,66	0,536	0,603

* $p < 0,05$; BRUNEL: Brums ölçeği.

Bisikletçilerin BRUNEL ölçeğinin depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanlarına ait verilerin, Stroop test uygulanan hafta BY_{den} ile uygulanmayan BY_{kon} haftası arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.10’da sunulmuştur.

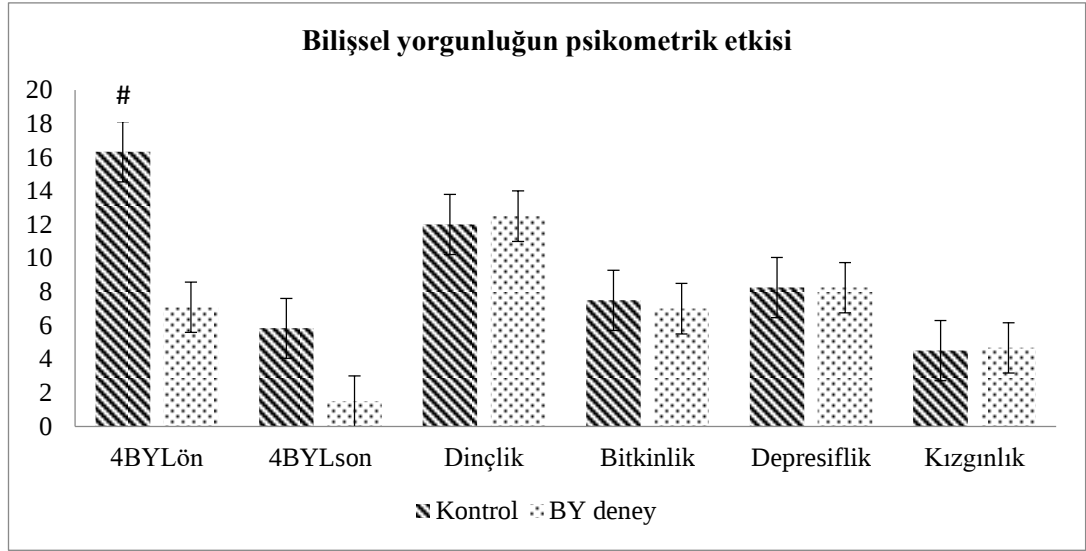
Çizelge 3.10. BY_{den} ve BY_{kon} haftasında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanlarındaki farkın istatistiği

N=12	Alt Boyutlar	Test Zamanı	$\bar{X} \pm SS$	Z	p
BRUNEL	Depresiflik	BY_{kon}	8,25±1,81	-0,272	0,785
		BY_{den}	8,25±2,00		
	Kızgınlık	BY_{kon}	4,50±0,79	-0,816	0,414
		BY_{den}	4,67±0,98		

* $p < 0,05$; BRUNEL: Brums ölçeği.

Stroop test ile BY uygulamasının BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyut puanları arasındaki farka “Paired Sample t test”, depresiflik ve kızgınlık alt boyutları arasındaki farka “Wilcoxon Sıralı İşaretler testi” ile bakılmıştır.

Çizelge 3.9 ve Çizelge 3.10’daki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının maksimal yüklenme sonrasında dinçlik, bitkinlik, depresiflik ve kızgınlık duyguları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$; $p_{dinçlik} = 0,707$; $p_{bitkinlik} = 0,603$; $p_{depresiflik} = 0,785$; $p_{kızgınlık} = 0,414$). Bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulaması bitkinlik alt boyut ortalamasını azaltmış; depresiflik alt boyutu puanına etki etmemiş; diğer yandan dinçlik ve kızgınlık alt boyutlarına ait ortalama puanları artırmıştır ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.



Şekil 3.5. Bilişsel yorgunluğun psikometrik etkisi

Bisikletçilerin GAS ölçeği ön test(din) ve son test toplam puanlarına ait verilerin, Stroop test uygulanan BY_{den} ile uygulanmayan BY_{kon} haftası arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.11’de sunulmuştur.

Çizelge 3.11. BY_{den} ve BY_{kon} haftasında, bisikletçilerin GAS ölçeği ön test ve son test toplam puanlarındaki farkın istatistiği

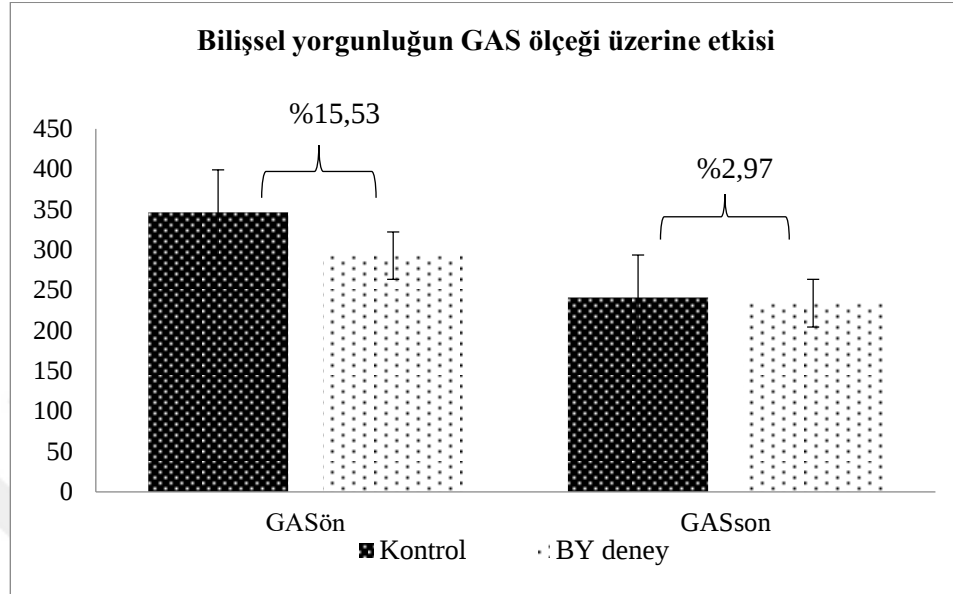
N=12	Alt Boyutlar	Test Zamanı	X±SS	%	t	p
GAS	Ön test	BY _{kon}	346,50±263,60			
		BY _{den}	292,67±247,84	15,53	0,962	0,356
	Son test	BY _{kon}	240,91±179,25			
		BY _{den}	233,75±190,36	2,97	0,195	0,849

*p<0,05; GAS: Görsel analog skala.

Stroop test ile BY uygulaması sonrasında, GAS ölçeği toplam puanlarının, BY_{kon} ve BY_{den} haftaları arasındaki farka “Paired Sample t testi” ile bakılmıştır.

Çizelge 3.11’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının ziyaretler öncesinde bisikletçilerin GAS toplam puanlarını azalttığı ($p_{GASön}=0,356$; $p>0,05$) ancak bu azalmanın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. BY öncesinde sporcuların duygu durumları anlamlı ölçüde azalırken, Stroop test ile BY uygulamasından sonra da bisikletçilerin GAS ölçeği son test

toplam puanları da azalmıştır. Ancak son test puanlarındaki azalışın da anlamlı seviyede olmadığı görülmüştür ($p_{GAS_{son}}=0,849$; $p>0,05$).



Şekil 3.6. Bilişsel yorgunluğun GAS ölçeği üzerine etkisi

Bilişsel yorgunluk uygulamasının katılımcıların test öncesindeki ve test sonrasındaki görsel analog skala puanlarını azalttığı; bu azalmanın test öncesinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. GAS puanlarındaki azalmanın test öncesinde %15,53 oranında; test sonrasında %2,97 oranında olduğu bulunmuştur.

3.3. Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte Kafein Tüketiminin Etkisi

3.3.1. Bisiklet Performans Parametrelerine Etkisi

Stroop test aracılığıyla BY uygulanan haftalarda 400 mg kafein tüketimi sonrasında, bisikletçilerin FEG test esnasındaki bisiklet performans parametrelerine ait değerlerin, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.12’de sunulmuştur.

Çizelge 3.12. BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin performans parametrelerindeki farkın istatistiği

N=12 Değişkenler	Test Zamanı	X±SS	%	p	η^2_G	Posthoc	
Bisiklet performans parametre	FEG (W/kg)	BY _{den}	3,72±0,58	5,10	0,027*	0,345	BY _{den} <BY _{kaf} BY _{den} <BY _{pla}
		BY _{kaf}	3,91±0,66				
		BY _{pla}	3,81±0,57				
	OG (W)	BY _{den}	274,16±42,89	4,47	0,012*	0,416	BY _{den} <BY _{kaf} BY _{den} <BY _{pla}
		BY _{kaf}	286,41±39,39				
		BY _{pla}	278,41±39,98				
	RG (W/kg)	BY _{den}	3,92±0,62	5,10	0,025*	0,349	BY _{den} <BY _{kaf} BY _{den} <BY _{pla}
		BY _{kaf}	4,12±0,69				
		BY _{pla}	4,02±0,61				
	KAD (devir/dk)	BY _{den}	97,67±8,18	1,36	0,464	0,067	
		BY _{kaf}	99,0±8,09				
		BY _{pla}	98,50±6,84				

* $p < 0,05$; FEG: Fonksiyonel eşik güç, OG: Ortalama güç, RG: Rölatif güç, KAD: Kadans.

Stroop test aracılığıyla BY oluşturulan bisikletçilerde, kafein etkisini gözlemlemek amacıyla bisiklet performans parametreleri; FEG, OG, RG, KAD değerlerine ait verilerin, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.12’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, bisiklet performans parametreleri; FEG, OG, RG üzerine anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$; $p_{FEG} = 0,027$; $p_{OG} = 0,012$; $p_{RG} = 0,025$) ve bu farklılığın etki büyüklüğü orta-büyük düzeydedir ($\eta^2_{FEG} = 0,345$; $\eta^2_{OG} = 0,416$; $\eta^2_{RG} = 0,349$). Diğer taraftan BY sonrası 400 mg kafein alımının, bisiklet performans parametresi KAD üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$; $p_{KAD} = 0,464$). Katılımcıların bisiklet performans parametrelerindeki yüzdelik değişim; FEG %5,10; OG %4,47; RG %5,10; KAD %1,36 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein alımı, performans parametrelerini artırmıştır; ancak bu artışın, FEG, OG ve RG değerlerinde anlamlı olduğu; KAD değeri üzerinde anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

3.3.2. Fizyolojik Parametrelere Etkisi

Stroop test aracılığıyla BY uygulanan haftalarda, 400 mg kafein tüketimi sonrasında, FEG test esnasında, bisikletçilerin fizyolojik yanıtlarına ait değerlerin, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.13'te sunulmuştur.

Çizelge 3.13. BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin fizyolojik yanıtlarındaki farkın istatistiği

N=12 Değişkenler	Test Zamanı	X±SS	%	p	η^2_G	Posthoc
Fizyolojik yanıtlar	KAH (atım/dk)	BY_{den}	172,33±10,51	1,99	0,099	0,190
		BY_{kaf}	174,16±13,94			
		BY_{pla}	170,75±12,52			
	AZD	BY_{den}	17,16±1,16	2,27	0,251	0,119
		BY_{kaf}	17,21±0,48			
		BY_{pla}	17,55±0,74			
	GLU (mg/dl)	BY_{den}	59,56±9,94	3,39	0,459	0,068
		BY_{kaf}	61,58±15,49			
		BY_{pla}	56,33±11,44			
	LA (mmol/L)	BY_{den}	10,54±4,17	37,38	0,017*	0,310
		BY_{kaf}	14,48±4,86			
		BY_{pla}	11,20±3,08			

* $p<0,05$; KAH: Kalp atım hızı, AZD: Algılanan zorluk derecesi, LA: Laktat, GLU: Glukoz

Stroop test aracılığıyla BY oluşturulan bisikletçilerde, kafein etkisini gözlemlemek amacıyla, fizyolojik yanıtlar; KAH, AZD, LA, GLU değerlerine ait verilerin, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.13'teki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, fizyolojik yanıtlardan LA üzerine anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir ve bu farklılığın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($p<0,05$; $p_{LA}=0,017$; $\eta^2_{LA}=0,310$). Diğer taraftan BY sonrası 400 mg kafein alımının, fizyolojik yanıtlardan; KAH, GLU, AZD üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$; $p_{KAH}=0,099$; $p_{AZD}=0,251$; $p_{GLU}=0,459$). Katılımcıların fizyolojik yanıtlarındaki yüzdelik değişim; KAH %1,99; AZD %2,27; GLU %3,39; LA %37,38 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein alımı, fizyolojik yanıtları artırmış, bu artışın LA üzerinde anlamlı olduğu; ancak KAH, AZD ve GLU değerleri üzerinde anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein alımının, bisikletçilerin SKB, DKB, LA ve GLU verilerinin BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.14’te sunulmuştur.

Çizelge 3.14. BY_{den}, BY_{kaf}, BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin SKB, DKB, LA_{son} ve GLU değerlerindeki farkın istatistiği

N=12	Değişkenler	Test Zamanı	X±SS	%	p	η^2_G	Posthoc
SKB (mmHg)	Ön test (din)	BY _{den}	141,58±16,98	9,71	0,177	0,155	
		BY _{kaf}	127,83±13,02				
		BY _{pla}	133,42±23,26				
	Son test	BY _{den}	121,67±23,25	3,08	0,431	0,074	
		BY _{kaf}	125,42±19,51				
		BY _{pla}	115,33±20,33				
DKB (mmHg)	Ön test (din)	BY _{den}	81,91±13,72	5,69	0,444	0,071	
		BY _{kaf}	77,25±10,79				
		BY _{pla}	81,91±14,87				
	Son test	BY _{den}	67,41±14,77	2,09	0,911	0,008	
		BY _{kaf}	66,00±16,79				
		BY _{pla}	66,67±12,87				
GLU (mg/dl)	Ön test	BY _{den}	52,58±18,37	7,93	0,237	0,125	
		BY _{kaf}	48,41±21,15				
		BY _{pla}	40,75±11,33				
	Son test	BY _{den}	77,91±30,83	13,05	0,561	0,051	
		BY _{kaf}	88,08±25,59				
		BY _{pla}	77,16±22,71				
LA (mmol/L)	Son test	BY _{den}	8,34±3,07	45,00	0,002*	0,429	BY _{den} < BY _{kaf}
		BY _{kaf}	12,12±3,89				BY _{pla} < BY _{kaf}
		BY _{pla}	9,23±3,72				

*p<0,05; SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diastolik kan basıncı, GLU: Glukoz, LA: Laktat

BY oluşturulan bisikletçilerde kafein etkisini gözlemlemek amacıyla, LA_{son}, GLU, SKB ve DKB değerleri için, BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farka “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.14’teki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein kullanımının, SKB_{ön}, SKB_{son}, DKB_{ön}, DKB_{son}, GLU_{ön} ve GLU_{son} değerleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı (p>0,05; p_{SKBön}=0,177; p_{SKBson}=0,431; p_{DKBön}=0,444; p_{DKBson}=0,911; p_{GLUön}=0,237;

$p_{GLU_{son}}=0,561$); ancak LA_{son} parametresi üzerinde %45 oranında artış sağlayarak, anlamlı etkisinin olduğu ($p<0,05$; $p_{LA_{son}}=0,002$) ve bu farklılığın etki büyüklüğünün yüksek düzeyde olduğu ($\eta^2_{LA_{son}}=0,429$) tespit edilmiştir. Gruplar arası farkın, BY_{kaf} haftası ile BY_{den} ve BY_{pla} haftaları arasında olduğu tespit edilmiştir ($p_{BY_{den}-BY_{kaf}}=0,013$; $p_{BY_{pla}-BY_{kaf}}=0,040$; $p<0,05$).

Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein alımının, bisikletçilerin LA parametresi ön test verilerinin, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.15'te sunulmuştur.

Çizelge 3.15. BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin test öncesi LA değerlerindeki farkın istatistiği

Değişkenler	Test zamanı	(N=12)	X±SS	%	X ²	sd	p	Posthoc
LA (mmol/L)	Ön test	BY_{den}	3,70±1,12					
		BY_{kaf}	4,67±4,74	26,21	2,800	2	0,247	3<2
		BY_{pla}	3,22±1,65					

* $p<0,05$; LA: Laktat.

BY oluşturulan bisikletçilerde kafein etkisini gözlemlemek amacıyla, LA_{din} değeri için, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farka “Friedman” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.15'teki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein kullanımının, FEG test öncesi LA değerini %26,21 oranında artırdığı; ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$; $p_{LA_{ön}}=0,247$).

Sonuç olarak, BY sonrası 400 mg kafein tüketiminin, FEG test öncesi SKB, DKB, GLU değerlerini ve FEG test sonrasında DKB değerini azalttığı; SKB, GLU, LA değerlerini artırdığı ancak bu değişimlerin anlamlı olmadığı bulunmuştur. Diğer yandan, BY sonrası 400 mg kafein kullanımının, FEG test sonrası LA değerini artırdığı ve bu artışın yüksek düzeyde etki büyüklüğüne sahip ve anlamlı olduğu bulunmuştur.

3.3.3. Psikometrik Etkisi

Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein alımının, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyut puanlarının, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.16’da sunulmuştur.

Çizelge 3.16. BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyutları puanlarındaki farkın istatistiği

N=12 Değişkenler	Test Zamanı	X±SS	%	p	η^2_G	Posthoc
BRUNEL	Dinçlik	BY_{den}	12,50±4,75	14,64	0,088	0,198
		BY_{kaf}	10,67±4,67			
		BY_{pla}	10,16±4,50			
	Bitkinlik	BY_{den}	7,00±3,59	2,43	0,779	0,022
		BY_{kaf}	6,83±2,24			
		BY_{pla}	7,50±3,26			

* $p<0,05$; BRUNEL: Brums ölçeği.

Stroop test ile BY uygulaması sonrasında 400 mg kafein tüketiminin, BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyut puanları arasındaki farka “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.16’daki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein kullanımının, BRUNEL ölçeği dinçlik ve bitkinlik alt boyutları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı ($p>0,05$; $p_{dinçlik}=0,088$; $p_{bitkinlik}=0,779$) tespit edilmiştir.

Stroop test aracılığıyla BY uygulandıktan sonra 400 mg kafein alımının, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanlarının, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.17’de sunulmuştur.

Çizelge 3.17. BY_{den}, BY_{kaf}, BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin BRUNEL ölçeği depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanlarındaki farkın istatistiği

Değişkenler	Test zamanı	(N=12)	X±SS	%	X ²	sd	p
BRUNEL	Depresiflik	BY _{den}	8,25±2,00	6,06	1,724	2	0,422
		BY _{kaf}	8,75±2,41				
		BY _{pla}	8,91±2,84				
	Kızgınlık	BY _{den}	4,66±0,98	3,43	1,130	2	0,568
		BY _{kaf}	4,50±1,50				
		BY _{pla}	4,66±2,01				

*p<0,05; BRUNEL: Brums ölçeği.

Stroop test ile BY uygulaması sonrasında 400 mg kafein tüketiminin, BRUNEL ölçeği, depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanları arasındaki farka “Friedman” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.17’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein tüketiminin, BRUNEL ölçeği depresiflik puanını artırdığı ve kızgınlık puanını azalttığı; ancak bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05; p_{depresiflik}=0,422; p_{kızgınlık}=0,568).

Sonuç olarak, BY sonrası 400 mg kafein tüketiminin, BRUNEL ölçeğinin dinçlik, bitkinlik, kızgınlık alt boyut puanlarını azalttığı, diğer yandan depresiflik alt boyut puanlarını artırdığı; ancak bu değişimlerin anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein alımının, bisikletçilerin 4BYL ölçeği toplam puanlarının, BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.18’de sunulmuştur.

Çizelge 3.18. BY_{den}, BY_{kaf}, BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin 4BYL ölçeği toplam puanları arasındaki farkın istatistiği

Değişken	N=12	Haftalar	X±SS	%	X ²	sd	p
4BYL	Ön test (din)	BY _{den}	7,08±8,60	47,00	2,780	2	0,249
		BY _{kaf}	3,75±4,33				
		BY _{pla}	3,00±6,26				
	Son test	BY _{den}	1,50±4,10	72,66	4,588	2	0,101
		BY _{kaf}	0,41±0,99				
		BY _{pla}	2,33±3,86				

*p<0,05; 4BYL: Dört boyutlu yakınma ölçeği.

Stroop test ile BY uygulaması sonrasında 400 mg kafein tüketiminin, 4BYL ölçeği toplam puanlarının, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farka “Friedman” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.18’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein kullanımının, 4BYL ölçeği ön test ve son test toplam puanları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı ($p>0,05$; $p_{4BYLön}=0,249$; $p_{4BYLson}=0,779$) tespit edilmiştir.

Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein tüketiminin, bisikletçilerin GAS ölçeği toplam puanlarının, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki fark Çizelge 3.19’da sunulmuştur.

Çizelge 3.19. BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin GAS ölçeği toplam puanlarındaki farkın istatistiği

Değişkenler N=12	Test Zamanı	X±SS	%	p	η^2_G	Posthoc
GAS	Ön Test	BY_{den}				
		BY_{kaf}				
		BY_{pla}				
	Son Test	BY_{den}				
		BY_{kaf}				
		BY_{pla}				

* $p<0,05$; GAS: Görsel analog skala.

Stroop test ile BY uygulaması sonrasında 400 mg kafein tüketiminin, GAS ölçeği ön test ve son test değerlerinin, BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.19’daki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde, Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein tüketiminin, GAS ölçeği toplam puanları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı ($p>0,05$; $p_{GASön}=0,725$; $p_{GASson}=0,186$) tespit edilmiştir. Bisikletçilerin GAS ölçeği puanları kafein haftasında artış göstermiştir; ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein alımının, bisikletçilerin NASA-TLX ölçeği puanlarının, BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.20’de sunulmuştur.

Çizelge 3.20. BY_{den}, BY_{kaf}, BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin NASA-TLX ölçeği puanlarındaki farkın istatistiği

Değişkenler	N=12	Test Zamanı	X±SS	%	p	η^2_G	Posthoc
NASA-TLX		BY _{den}	278,33±107,73	17,96	0,012*	0,333	BY _{den} < BY _{pla}
		BY _{kaf}	328,33±112,35				
		BY _{pla}	342,50±115,03				

*p<0,05; NASA-TLX: Görev yük endeksi.

Stroop test ile BY uygulaması sonrasında 400 mg kafein tüketiminin, NASA-TLX ölçeği puanlarının, BY_{den}, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.20’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein kullanımının, NASA-TLX ölçeği toplam puanları üzerinde %17,96 oranında artış ile anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir (p<0,05; p_{NASA-TLX}=0,012) ve bu farklılığın etki büyüklüğü orta düzeydedir ($\eta^2_{NASA-TLX}$ =0,333). Bisikletçiler araştırma sırasında, Stroop test esnasında, BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarında BY_{den} haftasına göre daha fazla zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, özellikle BY_{pla} haftasında NASA-TLX puanlarının en yüksek değerde olduğu, BY_{den} haftası ile BY_{pla} haftası arasındaki farkın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p_{BYden-BYpla}= 0,048; p<0,05).

3.4. Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte 400 mg Kafein Tüketiminin Zamana Bağlı Etkisi

3.4.1. Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisi

Katılımcıların BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarına ait, FEG testin 4, 8, 12, 16 ve 20 dk dilimlerinde tüm ölçümlere ait ortalamaları kaydedilmiştir. Bisikletçilerin FEG test sırasındaki fizyolojik yanıtlardan; KAH, AZD, LA ve GLU değerlerinin, BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasındaki zamansal fark istatistiği Çizelge 3.21’de sunulmuştur.

FEG test esnasında fizyolojik yanıtlardan; AZD_{20} ve GLU_{20} parametrelerinin zamansal değişiminin BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Friedman” testi, fizyolojik yanıtların diğer parametrelerinin zamansal değişiminin BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.21’deki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerin FEG test esnasındaki KAH değerlerinin dört dakikalık zamansal değişimi, grup*zaman etkileşimi değerlendirildiğinde; 12, 16 ve 20 dk dilimlerinde haftalar arası anlamlı farklılık gösterdiği; bu zaman dilimlerinden 12 ve 20 dk dilimindeki farklılığın orta düzeyde, 16 dk dilimindeki farklılığın düşük düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu bulunmuştur ($F_{(3,33)}=1,711$; $p_{KAH12}=0,009$; $p_{KAH16}=0,048$; $p_{KAH20}=0,004$; $p<0,005$; $\eta^2_{KAH12}=0,295$; $\eta^2_{KAH16}=0,210$; $\eta^2_{KAH20}=0,330$). Buradan hareketle, FEG testi sırasında BY_{kaf} haftasındaki 12, 16 ve 20 dakikalarında bisikletçilerin KAH değeri BY_{kon} haftasına göre oldukça fazladır. Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, FEG testin 12 dakikasından itibaren KAH değerini anlamlı düzeyde artırdığı bulunmuştur.

Çizelge 3.21. Bisikletçilerin FEG test sırasındaki fizyolojik yanıtların zamansal değişiminin karşılaştırılması

Değişken	Haftalar	N=12	Test zamanı				p - η^2_G									
			X±SS													
		4	8	12	16	20	P ₄	$\eta^2_{.4}$	P ₈	$\eta^2_{.8}$	P ₁₂	$\eta^2_{.12}$	P ₁₆	$\eta^2_{.16}$	P ₂₀	$\eta^2_{.20}$
KAH (atım/dk)	BY _{kon}	161,41 ±11,47	169,91 ±13,15	169,83 ±14,28	173,00 ±13,18	176,91 ±11,41										
	BY _{den}	163,50 ±9,91	171,33 ±10,83	173,33 ±11,17	175,00 ±11,76	179,00 ±11,31	0,184	0,135	0,158	0,144	0,009*	0,295	0,048*	0,210	0,004*	0,330
	BY _{kaf}	164,25 ±15,36	174,00 ±15,33	176,33 ±14,41	177,16 ±13,88	180,83 ±12,56										
	BY _{pla}	159,91 ±13,14	171,25 ±12,44	172,66 ±13,33	174,08 ±12,88	176,16 ±12,01										
LA (mmol/L)	BY _{kon}	6,08 ±1,86	7,65 ±2,60	8,64 ±3,30	10,39 ±3,99	12,85 ±4,01										
	BY _{den}	6,85 ±3,05	8,76 ±4,16	10,52 ±4,72	11,83 ±4,36	14,75 ±5,64	0,021*	0,253	0,007*	0,304	0,006*	0,312	0,003*	0,340	0,002*	0,367
	BY _{kaf}	10,05 ±4,71	12,39 ±4,87	14,35 ±5,53	16,05 ±5,53	19,54 ±5,20										
	BY _{pla}	7,35 ±3,78	9,63 ±3,13	11,24 ±3,26	12,60 ±3,16	15,20 ±3,17	1<3		1<3		1<3		1<3		1<3	4<3
AZD	BY _{kon}	14,16 ±2,12	16,00 ±1,27	17,08 ±0,99	18,00 ±1,41											
	BY _{den}	14,33 ±2,30	16,33 ±1,72	16,91 ±1,16	18,33 ±0,98		0,391	0,086	0,228	0,121	0,517	0,066	0,614	0,042		
	BY _{kaf}	14,41 ±1,08	16,16 ±0,93	17,16 ±0,93	18,33 ±0,88											
	BY _{pla}	15,08 ±1,56	16,75 ±1,05	17,50 ±1,31	18,41 ±0,90											
GLU (mg/dl)	BY _{kon}	58,16± 24,56	61,75± 17,39	70,25± 17,32	72,58± 20,00											
	BY _{den}	48,41± 14,98	59,66± 14,92	61,50± 15,59	67,50± 22,08		0,294	0,105	0,039*	0,221	0,050	0,208	0,577	0,057		
	BY _{kaf}	50,33± 11,68	48,08± 17,61	69,08± 17,79	70,25± 21,76											
	BY _{pla}	47,08± 15,32	48,66± 14,77	55,41± 18,71	63,33± 18,85											

Katılımcıların haftalara göre LA değişkenine ait verilerin zamansal değişimi incelendiğinde; FEG testinin 4, 8, 12, 16 ve 20 dk diliminde anlamlı farklılık gösterdiği ve bu dört haftadaki farklılığın orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu bulunmuştur ($F_{4(3,33)}=3,729$; $p_{LA4}=0,021$; $\eta^2_{LA4}=0,253$; $F_{8(3,33)}=4,794$; $p_{LA8}=0,007$; $\eta^2_{LA8}=0,304$; $F_{12(3,33)}=4,988$; $p_{LA12}=0,006$; $\eta^2_{LA12}=0,312$; $F_{16(3,33)}=5,659$; $p_{LA16}=0,003$; $\eta^2_{LA16}=0,340$; $F_{20(3,33)}=6,367$; $p_{LA20}=0,002$; $\eta^2_{LA20}=0,367$). Grup*zaman etkileşiminde görülen istatistiksel anlamlı farkın, FEG testinin 4, 8, 12, 16 dk dilimi için BY_{kon} ile BY_{kaf} haftaları arasında; 20 dk dilimi için BY_{kaf} ile BY_{kon} ve BY_{pla} arasında olduğu tespit edilmiştir ($p_{4BY_{kon}-BY_{kaf}}=0,036$; $p_{8BY_{kon}-BY_{kaf}}=0,019$; $p_{12BY_{kon}-BY_{kaf}}=0,029$; $p_{16BY_{kon}-BY_{kaf}}=0,026$; $p_{20BY_{kon}-BY_{kaf}}=0,020$; $p_{20BY_{pla}-BY_{kaf}}=0,047$). Buradan hareketle, FEG testin BY_{kaf} haftasındaki 4, 8, 12 ve 16 dk sırada bisikletçilerin LA değeri BY_{kon} haftasına göre; 20 dk sırada hem BY_{kon} hem de BY_{pla} haftasına göre oldukça yüksektir. Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde 400 mg kafein tüketiminin, FEG testin tüm zaman dilimlerinde LA değerini anlamlı düzeyde artırdığı bulunmuştur.

Bisikletçilerin FEG test sırasındaki fizyolojik yanıtlardan; AZD_{20} ve GLU_{20} değerlerinin zamansal değişiminin, BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.22’de sunulmuştur.

Çizelge 3.22. BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftalarında, bisikletçilerin FEG test 20 dk dilimindeki AZD ve GLU değerlerinin zamansal değişiminin karşılaştırılması

Değişkenler N=12	Test zamanı	$\bar{X} \pm SS$ (ms)	χ^2	sd	p
AZD_{20}	BY_{kon}	19,66±0,77	3,667	3	0,300
	BY_{den}	19,91±0,28			
	BY_{kaf}	20,00±0,00			
	BY_{pla}	20,00±0,00			
GLU_{20} (mg/dl)	BY_{kon}	69,00±24,63	3,807	3	0,283
	BY_{den}	60,75±15,90			
	BY_{kaf}	70,16±31,36			
	BY_{pla}	67,16±15,00			

* $p < 0,05$; AZD : Algılanan zorluk derecesi, GLU : Glukoz.

Çizelge 3.21 ve Çizelge 3.22'deki verilere göre, katılımcıların haftalara göre AZD değişkeninin zamansal değişimi incelendiğinde; FEG testinin 4, 8, 12, 16 ve 20 dk dilimleri için anlamlı farklılık göstermediği ($p>0,005$; $p_{AZD4}=0,391$; $p_{AZD8}=0,228$; $p_{AZD12}=0,517$; $p_{AZD16}=0,614$; $p_{AZD20}=0,300$). Buradan hareketle, FEG testinin 4, 8, 12, 16 ve 20 dk dilimlerinde bisikletçilerin AZD değerinin, haftalar arası değişim göstermediği bulunmuştur. Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY uygulaması ve 400 mg kafein tüketimi FEG test esnasında AZD değerine anlamlı derecede etki etmemektedir.

Katılımcıların haftalara göre GLU değişkeninin zamansal değişimi incelendiğinde; FEG testinin 4, 12, 16 ve 20 dk larında anlamlı farklılık göstermediği ($p>0,005$; $p_{GLU4}=0,294$; $p_{GLU12}=0,050$; $p_{GLU16}=0,577$; $p_{GLU20}=0,283$); buna karşın testin 8 dk diliminde anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığın düşük düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir ($F_{(3,33)}=3,120$; $p_{GLU8}=0,039$; $\eta^2_{GLU8}=0,221$). Buradan hareketle, FEG testin 4, 12, 16 ve 20 dk dilimleri için bisikletçilerin GLU değeri haftalar arasında değişiklik göstermemiş; 8 dk dilimi için BY_{kaf} haftasında BY_{kon} haftasına göre anlamlı seviyede azalmıştır. Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde, BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketimi FEG test esnasında GLU değerini, yalnızca testin 8 dk diliminde anlamlı derecede azaltmıştır; ancak diğer zaman dilimlerinde GLU değerine anlamlı seviyede etki etmemiştir.

3.4.2. Bisiklet Performans Parametreleri Üzerindeki Etkisi

Katılımcıların BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} ve BY_{pla} haftalarına ait, FEG test sırasındaki tüm ölçümlerin 4, 8, 12, 16 ve 20 dk larda ortalamaları kaydedilmiştir. Bisikletçilerin FEG test esnasındaki bisiklet performans parametreleri; OG, RG ve KAD değerlerinin zamana bağlı değişiminin BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasındaki farkın istatistiği Çizelge 3.23'te sunulmuştur.

FEG test esnasında performans parametrelerinden; OG, RG ve KAD değerlerinin zamansal değişiminin BY_{kon} , BY_{den} , BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasındaki farkına “Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA” testi ile bakılmıştır.

Çizelge 3.23'teki verilere göre, iyi antrenmanlı bisikletçilerin haftalara göre OG değişkeninin zamansal değişimi değerlendirildiğinde; FEG testi sırasında 4, 12, 16 ve 20 dk dilimlerinde haftalar arası anlamlı farklılık göstermediği ($p > 0,005$; $p_{OG4}=0,186$; $p_{OG12}=0,058$; $p_{OG16}=0,267$; $p_{OG20}=0,348$), buna karşın yalnızca 8 dk diliminde haftalar arası anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığın yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,005$; $p_{OG8}=0,000$; $\eta^2_{OG8}=0,496$). Buradan hareketle, FEG testi sırasında BY_{kaf} haftasında 4, 8, 12, 16 ve 20 dk dilimlerinde bisikletçilerin OG değeri diğer haftalara göre daha yüksektir; ancak bu fark yalnızca 8 dk dilimi için istatistiksel anlamlı iken, diğer zaman dilimleri için istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, FEG testin 8 dk sında OG değerini anlamlı düzeyde artırmıştır, diğer zaman dilimlerinde ise artış var ancak bu artış istatistiksel anlamlı değildir.

Çizelge 3.23. Bisikletçilerin FEG test sırasındaki performans parametrelerinin zamansal değişiminin karşılaştırılması

Değişken	Haftalar	N=12		Test zamanı			p - η^2_G									
		4	8	12	16	20	P_4	η^2_4	P_8	η^2_8	P_{12}	η^2_{12}	P_{16}	η^2_{16}	P_{20}	η^2_{20}
OG (W)	BY_{kon}	276,00 ±57,84	270,91 ±47,45	264,50 ±58,58	266,00 ±47,62	291,41 ±36,76										
	BY_{den}	283,50 ±59,60	270,66 ±49,99	266,41 ±40,73	267,25 ±38,19	285,58 ±36,32	0,186	0,134	0,000*	0,496	0,058	0,253	0,267	0,111	0,348	0,094
	BY_{kaf}	293,50 ±52,04	290,16 ±42,88	280,91 ±42,94	274,33 ±39,08	293,33 ±37,64										
	BY_{pla}	285,83 ±46,84	280,91 ±43,90	273,33 ±42,83	272,16 ±39,46	282,41 ±36,87										
RG (W/kg)	BY_{kon}	3,91 ±0,74	3,86 ±0,73	3,78 ±0,84	3,79 ±0,71	4,15 ±0,56	0,111	0,164	0,000*	0,493	0,004*	0,333	0,086	0,179	0,240	0,118
	BY_{den}	3,95 ±0,73	3,77 ±0,68	3,74 ±0,65	3,76 ±0,66	4,04 ±0,55										
	BY_{kaf}	4,19 ±0,88	4,13 ±0,76	4,02 ±0,75	3,92 ±0,70	4,22 ±0,64										
	BY_{pla}	4,09 ±0,75	4,02 ±0,65	3,95 ±0,67	3,90 ±0,59	4,09 ±0,59										
KAD (devir/dk)	BY_{kon}	96,91 ±5,71	95,91 ±7,66	94,16 ±8,58	94,16 ±9,36	94,91 ±9,37	0,012*	0,278	0,055	0,203	0,085	0,180	0,023*	0,248	0,011*	0,282
	BY_{den}	100,58 ±6,98	98,08 ±7,54	97,91 ±9,03	97,58 ±9,70	98,50 ±10,07										
	BY_{kaf}	101,41 ±7,32	100,25 ±8,79	99,00 ±9,17	99,25 ±8,21	99,50 ±8,68										
	BY_{pla}	101,16 ±5,93	99,58 ±7,24	98,66 ±7,38	98,41 ±7,11	98,00 ±7,94										

Katılımcıların haftalara göre RG değişkeninin zamansal değişimi incelendiğinde; FEG testinin 8 ve 12 dk diliminde haftalar arasında anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığın 8 dk dilimi için yüksek düzey, 12 dk dilimi için orta düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu bulunmuştur ($F_{8(3,33)}=10,730$; $p_{RG8}=0,000$; $\eta^2_{RG8}=0,493$; $F_{12(3,33)}=5,483$; $p_{RG12}=0,004$; $\eta^2_{RG12}=0,333$). FEG testin 4, 16 ve 20 dk zaman dilimlerinde ise RG değişkeninin haftalar arasında anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0,005$; $p_{RG4}=0,111$; $p_{RG16}=0,086$; $p_{RG20}=0,240$).

Zaman dilimlerindeki haftalar arası tespit edilen istatistiksel fark FEG testinin 8 dk dilimi için BY_{kaf} ile BY_{kon} , BY_{den} haftaları ($p_{8BY_{kon}-BY_{kaf}}=0,009$; $p_{8BY_{den}-BY_{kaf}}=0,002$) ve BY_{den} ile BY_{pla} haftaları arasında ($p_{8BY_{den}-BY_{pla}}=0,008$); 12 dk dilimi için BY_{den} ile BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p_{12BY_{den}-BY_{kaf}}=0,002$; $p_{12BY_{den}-BY_{pla}}=0,026$).

Buradan hareketle, FEG testin BY_{kaf} haftasındaki 4, 8, 12, 16 ve 20 dk dilimlerinde bisikletçilerin RG değeri diğer haftalara göre daha yüksektir. Buradan yola çıkarak, FEG testin 8 dk diliminde BY_{kaf} haftası RG değeri, hem BY_{kon} hem de BY_{den} haftasına göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede farklılık göstermiştir. Buna ek olarak 8 dk diliminde BY_{den} haftası ile BY_{pla} haftalarındaki RG değerlerinin de anlamlı farklı olduğu görülmüştür. Diğer yandan FEG testin 12 dk dilimindeki RG değerinin BY_{den} haftası ile BY_{kaf} , BY_{pla} haftaları arasında da anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur.

Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, FEG testinin 8 dk ve 12 dk diliminde RG değerini anlamlı düzeyde artırmıştır, diğer zaman dilimlerinde de artış olduğu ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Katılımcıların haftalara göre KAD değişkeninin zamansal değişimi incelendiğinde; FEG testinin 8 ve 12 dk dilimleri için anlamlı farklılık göstermediği ($p>0,005$; $p_{KAD8}=0,055$; $p_{KAD12}=0,085$); diğer zamanlar 4, 16 ve 20 dk dilimleri için anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığın orta düzey etki büyüklüğüne sahip

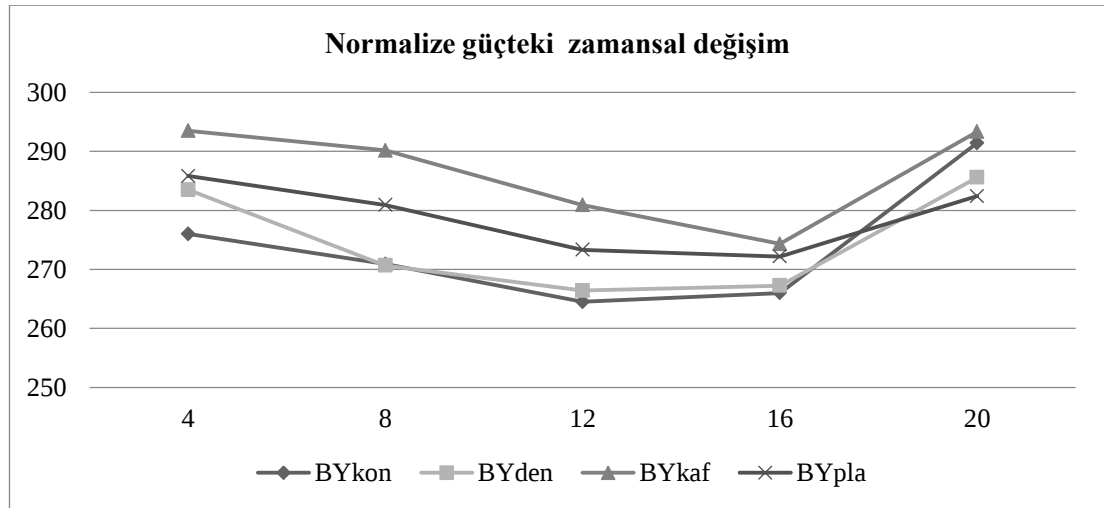
olduğu tespit edilmiştir ($F_{4(3,33)}=4,242$; $p_{KAD4}=0,012$; $\eta^2_{KAD4}=0,278$; $F_{16(3,33)}=3,621$; $p_{KAD16}=0,023$; $\eta^2_{KAD16}=0,248$; $F_{20(3,33)}=4,329$; $p_{KAD20}=0,011$; $\eta^2_{KAD20}=0,282$).

Buradan hareketle bisikletçilerin KAD değerinin, FEG testinin 8 ve 12 dk dilimlerinde haftalar arası anlamlı değişim göstermediği; 4, 16 ve 20 dk dilimlerinde bisikletçilerin KAD değerinin haftalar arası farklılaştığı bulunmuştur. Katılımcıların KAD ortalamasının en yüksek olduğu haftanın BY_{kaf} haftası olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, FEG test esnasında KAD değerini tüm zaman dilimlerinde yükseltmiştir; ancak bu yükseliş testin başlangıcında ve son zaman dilimlerinde (4, 16 ve 20 dk) anlamlı seviyededir.

3.4.3. Bisiklet Performans Parametrelerinin Zamansal Değişimi

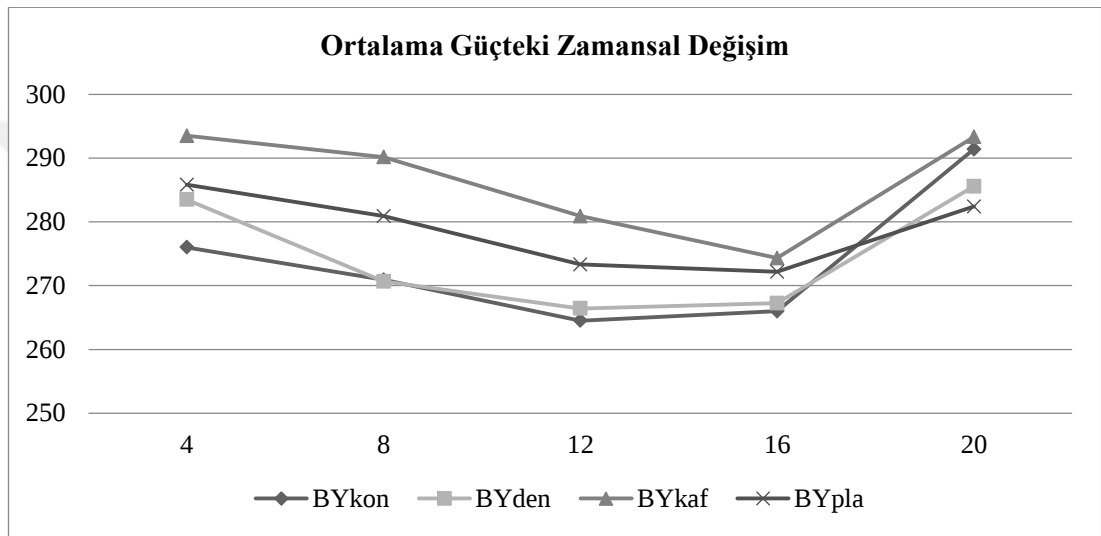
Bisikletçilerin FEG test sırasında 4 dakikalık zaman dilimlerindeki Normalize Güç (NG) değişimi Şekil 3.7’de sunulmuştur.



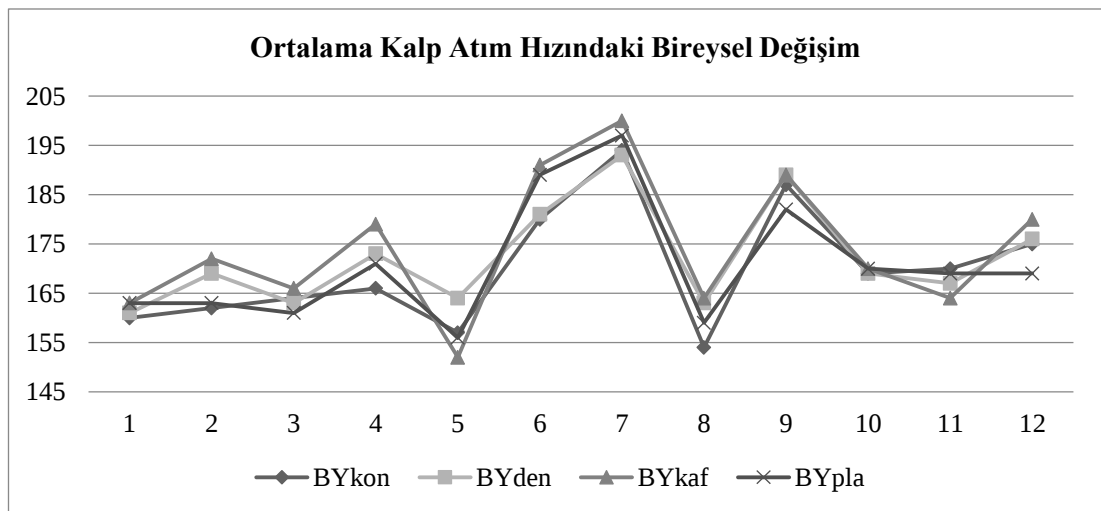
Şekil 3.7. Normalize güçteki zamansal değişim

Bisikletçilerin FEG test sırasında dört dakikalık zaman dilimlerindeki Normalize Güç (NG) değişimi incelendiğinde, sporcuların normalize güç değerinin dk 16'ya kadar gittikçe azaldığı, 20 dk dilimine doğru ise artış gösterdiği; ayrıca ortalama NG değerlerinin en fazla kafein haftasında olduğu görülmektedir.

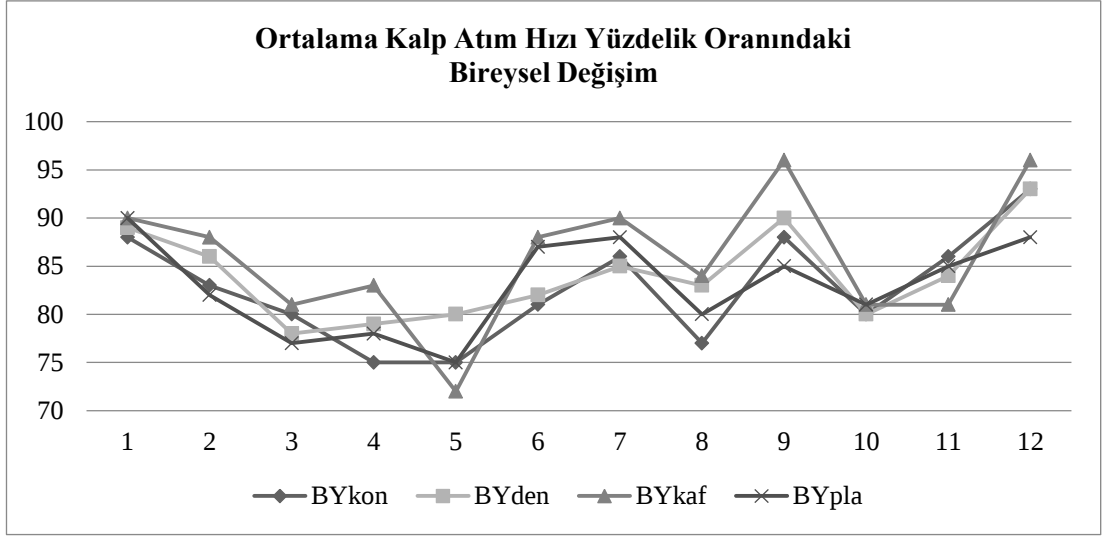
Bisikletçilerin FEG test sırasında 4 dakikalık zaman dilimlerindeki Ortalama Güç (OG) değişimi Şekil 3.8'de sunulmuştur.



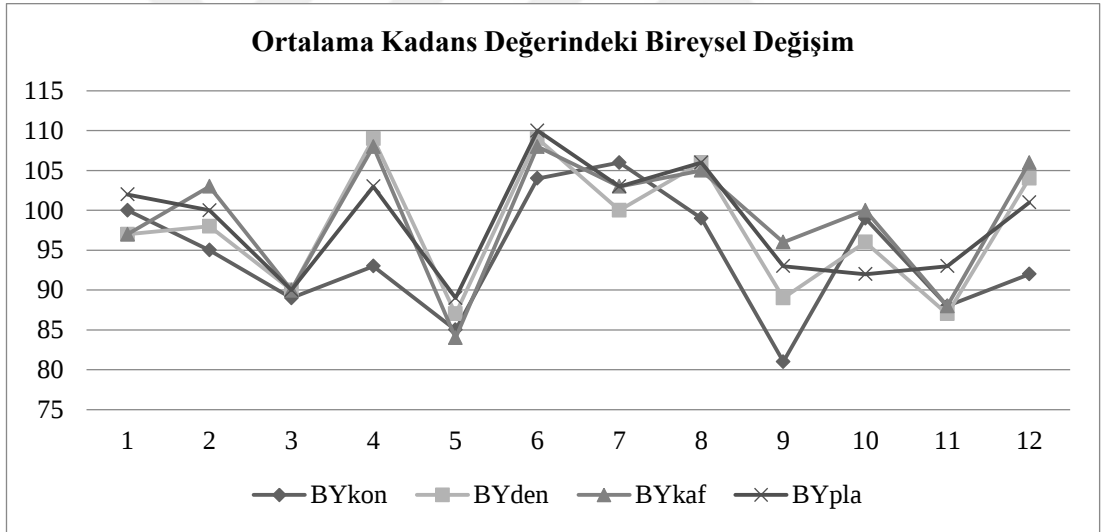
Şekil 3.8. Ortalama güçteki zamansal değişim



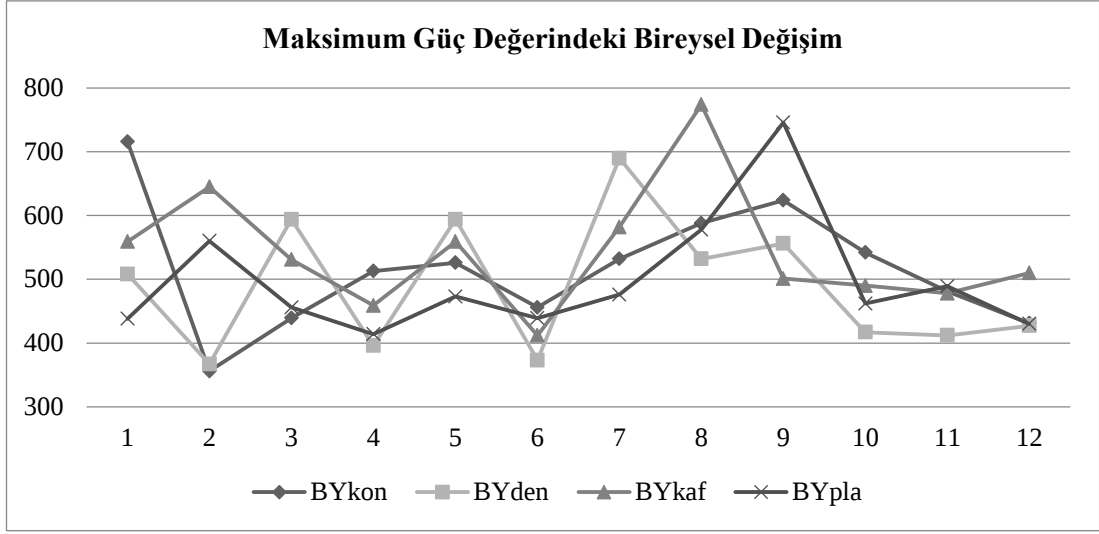
Şekil 3.9. Ortalama kalp atım hızındaki bireysel değişim



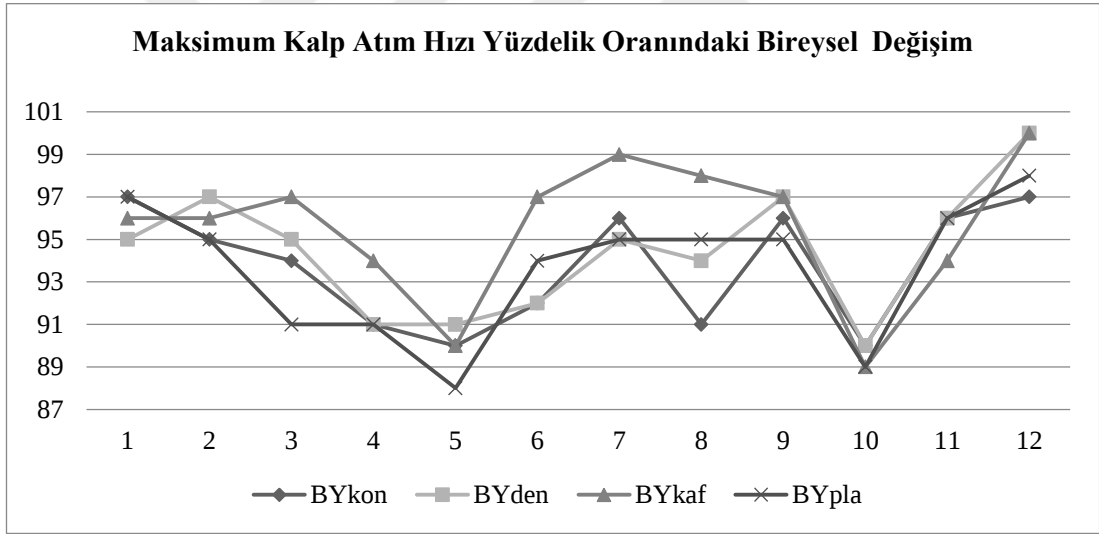
Şekil 3.10. Ortalama kalp atım hızı yüzdelik oranındaki bireysel değişim



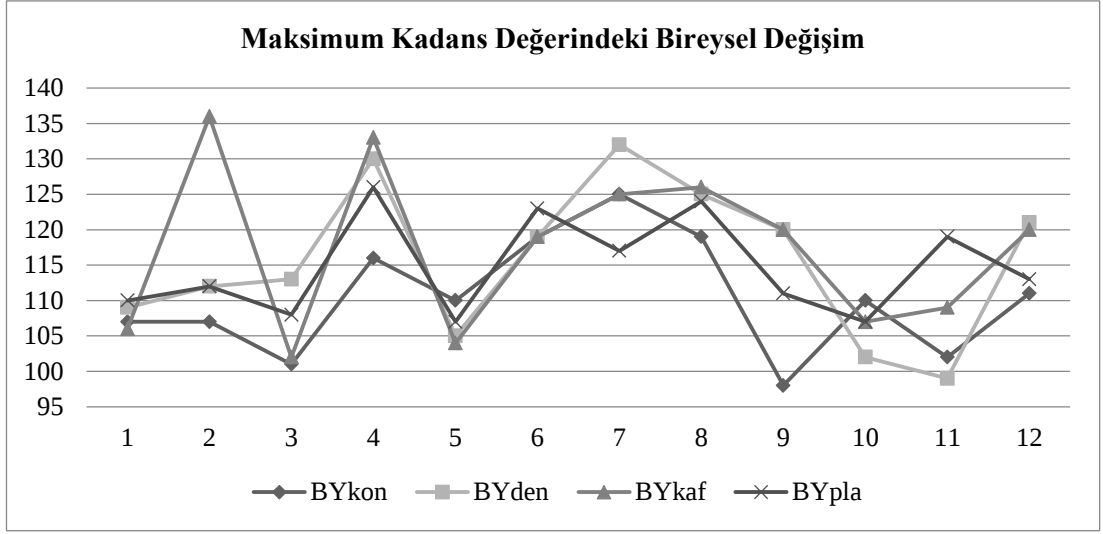
Şekil 3.11. Ortalama kadans değerindeki bireysel değişim



Şekil 3.12. Maksimum güç değerindeki bireysel değişim



Şekil 3.12. Maksimum kalp atım hızı yüzdelik oranındaki bireysel değişim



Şekil 3.13. Maksimum kadans değerindeki bireysel değişim

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, düzenli antrenman yapan erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluğun (BY) ve bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, bisiklet sporunda dayanıklılık performansının göstergesi olan fonksiyonel eşik güç (FEG) test değerleri ve FEG testi sırasındaki fizyolojik yanıtlar üzerindeki etkisi incelendi. Araştırma sonuçları, bilişsel yorgunluğun FEG test sırasında bisiklet performans parametreleri ve fizyolojik yanıtlar ile test öncesi ve sonrasında kan basıncı üzerine anlamlı etkisinin olmadığını; ancak test sonrası GLU değeri üzerine anlamlı etkisi olduğunu ortaya koymuştur. BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin iyi antrenmanlı bisikletçilerde, FEG, OG, RG, LA üzerine anlamlı etkisinin olduğu; ancak KAD, GLU, AZD, KAH değeri üzerine anlamlı etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. FEG test öncesinde ve sonrasında ölçülen değerler incelendiğinde, BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, SKB, DKB ve GLU parametreleri üzerine anlamlı etkisinin olmadığı; ancak test sonrası LA parametresini anlamlı düzeyde değiştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bisikletçilerde BY ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, fizyolojik yanıtlar üzerindeki zamana bağlı etkisi incelendiğinde, FEG testinin 12. dakikasından itibaren KAH değerini ve tüm zaman dilimlerinde LA değerini anlamlı düzeyde artırdığı görülmüştür. Buna karşın GLU değerini, yalnızca testin 4-8 dk arasındaki dilimde anlamlı derecede azalttığı; AZD değerine hiçbir zaman diliminde anlamlı derecede etki etmediği tespit edilmiştir. Bisikletçilerde BY ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, bisiklet performans parametreleri üzerindeki zamana bağlı etkisi incelendiğinde, OG değerinin 8 dk diliminde, RG değerinin 8 ve 12 dk dilimlerinde, KAD değerinin 4, 16 ve 20 dk dilimlerinde anlamlı düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bisikletçilerin FEG test sırasında 4 dakikalık zaman dilimlerindeki Normalize Güç (NG) değişimi incelendiğinde, sporcuların normalize güç değerinin 16 dk dilimine kadar gittikçe azaldığı, 16-20 dk diliminde ise büyük bir atış gösterdiği; ayrıca ortalama NG değerlerinin en fazla kafein haftasında olduğu tespit

edilmiştir. Günlük kafein tüketim miktarı arttığında FEG ve RG değeri artmakta, KAD_{maks} değeri azalmaktadır.

Bilişsel yorgunluk ve kafein tüketiminin birlikte uygulandığı çalışmalar incelendiğinde, literatürde BY ve bisiklet performansı ile ilgili çalışmalar genellikle tek başına BY veya KAF etkisi üzerine yapılmış çalışmalardır. Bilişsel yorgunluğun ve BY ile birlikte tüketilen kafeinin bisiklet performansı üzerindeki etkilerini saptamak üzere tarafımızca üç adet çalışma tespit edilmiş olup, konuya ilişkin literatürün sayıca azlığı nedeniyle konuyla ilgili kesin yargılara varılması için daha fazla çalışma sonucuna sahip olunması gerektiği bildirilmiştir (Franco-Alvarenga ve ark., 2019; Azavedo ve ark., 2016; Van Cutsem ve ark., 2018). Bu kapsamda ilgili çalışmalar incelendiğinde, kafein miktarı, BY uygulama test türü, süresi gibi metotta farklılıkla birlikte araştırma yöntemlerinin birbirinden farklı olduğu dikkati çekmektedir. Bu nedenle, mevcut çalışma sonucunda, bilişsel yorgunluğun iyi antrenmanlı bisikletçilerde, uzun süreli bisiklet performansı üzerine etkisinin olmadığı; buna ek olarak BY ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketiminin ise olumlu yönde etkisinin olduğu bulunmuştur.

Mevcut çalışmanın test protokolü ile benzer protokole sahip çalışmaların sonuçları incelendiğinde; 3-6 mg/kg kafeinin, bilişsel yorgunluk oluşturmak için uygulanan diğer testlerden olan Rapid Visual Information Processing (RVIP) testi 40 dk uygulanmış ve bilişsel yorgunluk oluşturulmuş rekreatif amaçlı spor yapan bisikletçilerin 20 km zamana karşı (TT) performansını artırdığı; kafein ile plasebo karşılaştırıldığında, zamana karşı süresinin %1,7 oranında iyileştiği, ortalama gücün %3,6 oranında arttığı görülmüştür (Franco-Alvarenga ve ark., 2019). Mevcut çalışmada, bilişsel yorgunluk oluşturulan iyi antrenmanlı bisikletçilerde 400 mg kapsül kafein alımının 20 dakikalık güç ortalamasını %4,47-5,10 oranında artırdığı sonucuna ulaşılmıştır ve çalışmanın sonuçları literatürü destekler niteliktedir. Buradan yola çıkarak, özellikle antrenmanlarda yapılacak olan FEG testi sırasında KAF uygulamasının bilişsel yorgunluğu azalttığı ve performansa olumlu etkisini doğruladığı için sonuçlar pratikte uygulanabilir. Her iki çalışmada kafein alım dozu aynı olmasına karşın, Franco-Alvarenga ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada bilişsel

yorgunluk 40 dk RVIP testi ile sağlanmışken, mevcut çalışmada 60 dk Stroop test ile sağlanmıştır. Buradan hareketle, kafein tüketiminin rekreatif bisikletçiler üzerindeki bilişsel yorgunluk etkisini ortadan kaldırmasının sebebi, uygulanan test süresinin düşük olması olabilir. Sporcunun antrenman seviyesi ile uygulanan bilişsel yorgunluk test türü ve süresi doğru orantılı olabilir, dolayısıyla ileride kafeinin bilişsel yorgunluk oluşturulan bisikletçilerde kafein tüketiminin performansa etkisi ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda sporcunun düzeyi ile test türü ve süresi göz önünde bulundurulmalıdır.

Azavedo ve ark. (2016)'nın yaptıkları çalışmada, benzer şekilde, sportif olarak aktif bireylerin 5 mg/kg kafein alımı sonrasında, 90 dk uygulanan AX-CPT testi ile sağlanan bilişsel yorgunluk sonrası maksimum gücün %80 i oranında sürülen bisiklet ergometresinde, tükenme süresini artırdığını, diğer bir deyişle tükenmeyi iyileştirdiğini rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada ayrıca kafein alımının, bilişsel yorgunluk oluştuktan sonra dayanıklılık performansını yaklaşık %14 arttırarak, bu etkiye ruh halindeki iyileşmenin eşlik ettiği savunulmuştur. İlgili çalışmada kafein tüketimi bilişsel testten önce olup, sporcular üzerinde oluşması beklenen bilişsel yorgunluğun seviyesi daha az düzeyde oluşmuş olabilir. Buna rağmen, 5 mg/kg kafein tüketiminin rekreatif bisikletçilerde zamana karşı performansını %14 oranında artırdığı; ancak katılımcı grubunun antrenman seviyesinin yükselmesi ile performans artışının daha az düzeyde olabileceği tahmin edilmektedir. Nitekim bu çalışmada da kafein Stroop testten hemen sonra verilmiş olup, bisikletçilerin FEG ortalamasının %5,1 oranında artış göstermesi bu hipotezi doğrulamaktadır. Bunun yanında bu iki çalışmada kafein dozu aynı düzeyde olup, katılımcıların antrenman seviyesi, uygulanan test türü ve süresi farklılık gösterse de, çalışma sonuçları bisiklet performansı açısından paralellik göstermektedir.

Bilişsel yorgunluk oluşturulan bisikletçilerde kafein alımının, bilişsel yorgunluğun negatif etkilerini ortadan kaldırdığı gibi; fiziksel aktif bireylerde yapılan bir çalışmada, ağızda kafein-karbonhidrat çalkalamanın da bilişsel yorgunluğu giderdiği bildirilmiştir (Van Cutsem ve ark., 2018). Bu sonuçla beraber, dayanıklılık performansına olumlu etkisi olan karbonhidrat tüketiminin kafeine ek olarak

tüketilmesi, bisiklet ve dayanıklılık performansına olumlu etki edebilir. Söz konusu araştırmalardan hareketle kafeinin, antrenmanlarda ve yarışmalarda performansı uzun süreli maksimal düzeyde tutabilmek için tüketilebileceği söylenebilir ve gelecekteki çalışmalarda araştırma yöntemi içerisine kafein tüketimine olarak karbonhidrat da eklenebilir.

Bu çalışma sonucunda iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının FEG testi sırasında, bisiklet performans parametrelerini değiştirmediği, FEG, OG, RG ve KAD üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Bisikletçilerde yaklaşık 60 dakikalık Stroop test ile BY uygulaması, RG, FEG, OG değerine etki etmemiş, diğer yandan KAD değerini artırmıştır; ancak bu artışın anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Bilişsel yorgunluğun bisiklet performansı üzerine etkilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında, literatürde BY ile ilgili ilk çalışmaların nörolojik rahatsızlıklarla ilgili olduğu görülürken (Chaudhuri ve Behan, 2004; McCormick ve ark., 2015), diğer taraftan sportif performansı etkileyen önemli bir faktör olduğu ortaya konularak (Marcora ve ark., 2009; Weinberg ve Gould, 2015; Van Cutsem ve ark., 2017; Aras ve ark., 2020), konuyla ilgili araştırmalar yapılmıştır. BY ve dayanıklılık performansı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ilk çalışmanın Marcora ve ark. tarafından (2009) yılında yapıldığı görülmektedir (Aras ve ark., 2020). Bu çalışma ile birlikte diğer çalışmalarda BY'nin dayanıklılık performansını olumsuz etkilediği rapor edilmişken (Marcora ve ark., 2009; Brownsberger ve ark., 2013; Martin ve ark., 2016; Van Cutsem ve ark., 2017), bazı çalışmalarda ise dayanıklılık performansının BY'den etkilenmediği bildirilmiştir (Pageaux ve ark., 2015; Salam ve ark., 2018; Vrijkotte ve ark., 2018). BY'nin bisiklet performansına etkisini inceleyen çok sayıda bilimsel araştırma olduğu ve ilgili çalışmaların çoğunda BY'nin bisiklet performansına olumsuz yönde etki ettiği sonucuna ulaşıldığı bildirilmişken; BY'nin bisiklet performansında artışa neden olduğu veya etki etmediğini belirten araştırmaların da olduğu bilinmektedir.

BY uygulaması sonrası bisiklet performansında azalma görülen çalışmalar incelendiğinde; Salam ve ark. (2018), 30 dk Stroop uygulaması sonrasında, % 40, 60, 80 ve 100 VO_{2maks} düzeyinde, tükenene kadar yapılan bisiklet egzersizinde BY'nin, tükenme süresini her kademe için %15 oranında azalttığını ve fonksiyonel eşik güç değerinde, BY'ye bağlı bir değişim gözlenmediğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada sporcunun VO_{2maks} 'ının belli düzeyinde tükenme süresinin azalması, egzersizin uzun olmasına bağlı olabilir. Nitekim fonksiyonel eşik güç, tükenmeden ziyade 20 dk boyunca ortaya konulabilecek en yüksek gücü temsil ettiğinden dolayı FEG de anlamlı farklılık gözlenmemiş olabilir. Buradan hareketle, BY uygulamasının egzersiz süresi uzadıkça performansı düşürme oranının artacağı çıkarımı yapılabilir. Benzer şekilde, Marcora ve ark. (2009) 16 sağlıklı bireyde yaptıkları çalışmada, katılımcılara 90 dk AX-CPT uyguladıktan sonra; KAH, AZD, BRUNEL mod skalası, GLU ölçülerek, maksimum gücün % 80'inde tükenene kadar yapılan bisiklet ergometresi performansında azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada da performansta azalmanın nedeni, Salam ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada olduğu gibi tükenme süresi ölçülmesi ile birlikte, uygulanan bilişsel yorgunluk test süresinin daha uzun olması olabilir. Bunu destekleyen bir başka çalışmada, Pageaux ve ark. (2013), fiziksel olarak aktif 10 erkek bireyde 90 dk AX-CPT uygulamışlar ve ardından; KAH, AZD ve diz ekstensörlerinde maksimum kasılma gücü ve kas dayanıklılığı ölçmüşlerdir. Değerlendirme sonucunda, bireylerin tükenme zamanında %13 azalma ve AZD'de artış olduğunu rapor etmişlerdir. Literatürdeki çalışma sonuçlarının, tükenme zamanının azalması ile birlikte bisiklet performansında azalmayı desteklediği görülmektedir. Dolayısıyla literatürdeki çalışma sonuçları BY uygulaması sonrasında, bisiklet performansında azalma olduğunu bildirmekte ve mevcut araştırma sonuçlarını desteklememektedir.

Martin ve ark. (2016), profesyonel ve rekreatif olmak üzere toplam 20 erkek yol bisikletçisi üzerinde yaptıkları çalışmada, 30 dk Stroop uygulaması sonrası; LA, KAH, AZD ve bisiklet ergometresinde 20 dk boyunca kademeli artan test ölçümü gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen sonuca göre, BY sonrasında yalnızca rekreatif bisikletçilerde test süresi, yapılan toplam mesafe ve ortalama güç değerlerinde azalma olduğu; profesyonel bisikletçilerde ise BY'nin etkisinin olmadığı

gözlemlenmiştir. Bu çalışmada iyi antrenmanlı ve elit seviyedeki sporcularda değişiklik olmaması bizim çalışmamızla örtüşmekte; BY'nin iyi antrenmanlı ve elit düzeydeki sporcuları etkilemediğinin bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan yapılmış olan çalışmada Stroop test süresinin kısa olması da dikkati çekmektedir. Buradan hareketle 30 dk Stroop uygulamasının iyi antrenmanlı bisikletçiler üzerinde etki oluşturacak kadar yeterli olmadığı, dolayısıyla mevcut çalışmada Stroop uygulamasının yaklaşık 60 dk uygulanmasını desteklemektedir. Bir başka çalışma olan, sıcak havada bisikletçilerde ısı stresi ve bilişsel yorgunluğun dayanıklılık egzersizleri üzerine ayrı ayrı ve birleşik etkisini inceleyen Otani ve ark. (2017), fiziksel olarak aktif olan 8 bireyde, 90 dk Stroop uygulamasına ek olarak, 40 C sıcak uygulaması (SU) sonrasında; AZD, KAH, kan basıncı, %80 VO_{2maks} düzeyinde sporcunun tükenme noktasına kadar yaptırılan bisiklet ergometresindeki egzersiz ölçümü sonucunda, BY sonrasında %0,8 oranında; SU sonrasında %26,6 oranında ve BY+SU sonrasında %46,3 oranında performansta düşüş olduğunu rapor etmişlerdir. Sıcak havada BY nin performansa olumsuz etkisinin, BY ve sıcak uygulamanın birlikte oluşturduğu etkiye göre daha az düzeyde olduğu görülmüştür. İlgili çalışmada tükenme süresinin ortalama 18 ± 7 dk olduğu düşünüldüğünde, mevcut araştırmadaki egzersiz süresine yakındır ve mevcut araştırmada BY'nin bisiklet performansına etki etmemesi, bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Buradan hareketle, BY'ye ek olarak sıcak uygulama gibi performansı olumsuz yönde etkileyen uygulamaların bisiklet performansını BY'ye nazaran daha yüksek oranda etkileyebileceği düşünülmektedir.

Otani ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada BY testinin 90 dk gibi uzun sürede uygulanmasının performansı negatif yönde etkileyebilecek nedenlerden birisinin olduğu açıktır. Bununla ilgili olarak, Pires ve ark. (2018) çalışmasında, 30 dk RVIP testi sonrası, AZD ve 20 km zamana karşı (TT) performansı ölçümü sonucunda, AZD'de artış, bisiklet performansında %2,7 düşüş gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır ve bu sonuçlar mevcut çalışma sonuçlarını desteklememektedir. Mevcut araştırmada iyi antrenmanlı katılımcıların, Pires ve ark.'nın çalışmasında ise aktif spor yapan bireylerin incelendiği göz önüne alınırsa, katılımcıların niteliğinin sonucu etkilediği söylenebilir. Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına göre, bisiklet

performansının BY'den etkilenme derecesinin katılımcıların aktiflik derecesi ile ters orantılı olabileceği düşünülse de, Salam ve ark. (2018), iyi antrenmanlı erkek bisikletçiler üzerinde yaptığı araştırma bu düşüncüyü desteklememektedir. Çalışma sonucunda, tükenme noktasına kadar bisiklet ergometresinde yaptırılan iki egzersiz öncesinde ve arasında 30 dk ile iki Stroop uygulamasından sonra, bisiklet performansında azalma olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak katılımcıların aktiflik düzeyi bir dereceye kadar etkili olup, BY uygulama esaslarının da sonuçlar üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

BY uygulaması sonrası bisiklet performansında artış görülen veya bisiklet performansına etki etmeyen çalışmalar incelendiğinde; Martin ve ark. (2015), 12 sağlıklı kadın ve erkek bireyde, 90 dk AX-CPT uygulamasının; AZD, motivasyon, KAH, LA konsantrasyonu ve 3 dk maksimum bisiklet performansına etki etmediğini rapor etmişlerdir. Silva-Cavalcante ve ark. (2018), rekreatif erkek yol bisikletçisinde 90 dk AX-CPT uygulaması ile AZD ve 4 km zamana karşı bisiklet dayanıklılık ölçümü sonucunda, BY'nin bisiklet performansı ve AZD üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu iki çalışmada yapılan bisiklet performans test mesafe ve süreleri farklı olmasına karşın, sonuçların mevcut çalışma sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Rekreatif bireylerde 90 dk, elit düzey sporcularda 60 dk bilişsel test süresinin bisiklet performansını ve AZD'yi olumsuz etkilemediği çıkarımı yapılabilir. Martin ve ark. (2016), elit ve rekreatif düzey yol bisikletçilerini karşılaştırdığı çalışmada, BY'nin test süresi, mesafe ve ortaya konulan güç ortalamasının düşük olmasına bağlı olarak, sadece rekreatif bisikletçiler üzerine olumsuz etkisi olduğunu; buna karşın BY'ye direnç gösterdikleri ve baskılayabilme yetenekleri olduğunu belirterek, elit düzeydeki sporcuların BY'ye daha fazla karşı koyabildiklerini ve BY'nin iyi antrenmanlı bisikletçilerin performansına etkisi olmadığını rapor etmişlerdir. Nitekim mevcut araştırmada BY'nin performansı azaltması beklenirken, Stroop test süresinin uzun olmasına karşın BY'nin bisiklet performansına etkisinin olmaması, sporcuların antrenman düzeyine bağlı olabilir. Araştırmamızı destekleyen ve Stroop testin yalnızca uyumsuz denemelerinin kullanıldığı bir başka çalışmada, 45 dk BY uygulamasının, antrenmanlı bisikletçilerde 45 dk %60 zirve güç düzeyinde sürüş sonrasında yapılan 15 dk TT

performansına etki etmediği; çalışma sonucunda ayrıca KAH ve LA gibi fizyolojik yanıtlarda da değişiklik gözlenmediği bildirilmiştir (Van Cutsem ve ark., 2017a). Çalışmada kullanılan Stroop süresinin kısa olması sebebiyle BY'nin etkili olmaması düşünülse de; Vrijkotte ve ark. (2018), daha uzun süreli bilişsel test ile aynı sonucu elde etmişler ve antrenmanlı bisikletçilerde 90 dk uyumsuz denemelerin kademeli artan test performansını değiştirmediği sonucuna ulaşmışlardır. Literatürde yapılan bu çalışma sonucunda BY nin fizyolojik performansa etki etmemesi katılımcı özelliği sebebiyle olabilir ve bu durumda katılımcıların değişmesi ile sonucun değişebileceği düşünülse de mevcut araştırma sonucunda da BY, bisiklet performansında anlamlı bir değişime sebep olmamıştır. Buradan hareketle, 90 dk Stroop test süresinin dahi elit veya diğer deyişle iyi antrenman seviyesine sahip sporcularda etkisi olmadığı; bu nedenle bu seviyedeki sporcularda BY oluşturmak için 90 dk sürenin yeterli olmayacağı söylenebilir. İleride yapılacak olan çalışmalarda, iyi antrenman düzeyine sahip sporcuların performansını olumsuz etkileyecek minimum BY sürenin tespit edilmesi bu konuda netlik sağlayacaktır.

Literatürdeki bilimsel çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda BY nin bisiklet performansına etki etmemesinin temel nedenleri; sporcunun antrenman seviyesi, uygulanan BY türü, uygulanan performans testinin çeşidi (sabit tempolu, artan tempo, yoğunluk düzeyi vb) olabilir. Diğer yandan literatürdeki birçok çalışmada BY'nin dayanıklılık performansını olumsuz etkilediği bilinmesine rağmen, bazı çalışmalarda BY'nin dayanıklılık performansı üzerine etkisinin olmaması, BY uygulamasının kısa süre ile uygulanmasına bağlanmakta ve literatürde 10 dk Stroop uygulamasının kısa olduğu kabul görmektedir (Van Cutsem ve ark., 2017). Bu kapsamda çalışmalar gözden geçirildiğinde; 30, 60, 90 dakikalık BY uygulamasının tek başına etkili olamayacağı, BY oluşturmak için uygulanacak test türü ve süresinin yanında, katılımcı seviyesi, yaşı vb gibi özelliklerin de sonuçları değiştirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu savı destekleyen Filipas ve ark. (2018), 10-12 yaş kürek sporcuları üzerinde yaptıkları çalışmada, 60 dk Stroop uygulaması ve ardından 60 dk matematik problemi ile oluşturdukları toplam 120 dk BY'nin 1500 m kürek performansına ve kürek çekme temposu üzerine etki etmediği sonucuna ulaşmışlardır ve bu çalışmada Stroop süresi uzun olsa da yaş ortalamasının küçük

olması araştırmanın sonucunu değiştirmiştir. Bu sonuç, BY uygulamasının süresi ile birlikte katılımcıların yaş ortalamasının da önemli olduğunu göstermektedir. Kısaca BY oluşturulmak istenen katılımcı grubunun özelliğine göre BY test çeşidi ve süresinin önemli olduğu düşünülmektedir.

BY'nin sportif performans üzerinde etkili olmamasının nedenlerinden biri de, yapılan fiziksel testin (FEG) maksimal üstü yoğunlukta olması olabilir. Konu ile ilgili Pageaux ve Lepers (2018), bilişsel yorgunluğun maksimum kuvvet üretimini azaltmadığını; bilişsel yorgunluğun, maksimum kuvveti, supramaksimal yoğunlukta yapılan egzersizler sırasında değil, submaksimal yoğunlukta yapılan egzersizler sırasında bozduğunu rapor etmişlerdir. Dolayısıyla, BY'nin spor performansı üzerinde etkili olmamasında, FEG testin maksimal bir test olması da nedenler arasında sayılabilir.

Mevcut araştırma sonuçları BY'nin bisiklet performansına etki etmediğini gösterdiğinden literatürdeki benzer çalışmaları destekler niteliktedir. Araştırmada BY uygulamasının uzun süreli olması ve katılımcıların yaş ortalamasının yüksek olmasına rağmen, sporcuların iyi antrenmanlı ve sporcu seviyesinin elit düzey olması sonuçları etkilemiş olabilir. Ancak; bu seviyedeki sporcular için başarıların saniye, salise gibi çok küçük farklar ile elde edildiği düşünüldüğünde, bu seviyedeki sporcuların antrenmanlarında ve yarışmalarında oluşan stresin sporcuda BY oluşturabileceği ve performansı olumsuz yönde etkileyebileceği ihtimali bulunmaktadır (Russell ve ark., 2019). Bu bakımdan çok küçük farkların dahi önemli olduğu elit düzey rekabette, bilişsel yorgunluğun performans üzerindeki etkisinin azaltılması; özellikle bilişsel yorgunluğun izlenmesi ve yönetilmesi konusundaki araştırmalar ve uygulamaların önemli olduğu çıkarımı yapılabilir.

BY uygulamasının diğer branşlarda gözlenen etkileri incelendiğinde, 20 dakikalık barfiks, şınav ve ağırlıksız yaptırılan squat hareketlerinde 52 dakikalık BY'nin tekrar sayısında anlamlı düzeyde farklılık oluşturmadığı, ancak hareketlerde geçirilen süreyi %57 azalttığı; bununla birlikte gruplar arasında AZD ve KAH değerlerinde anlamlı düzeyde değişiklik olmadığı da rapor edilmiştir (Head ve ark.,

2016). Çalışma bulguları mevcut araştırma ile paralellik göstermekte, ayrıca BY'nin kuvvet performansı üzerinde de etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgulara karşın, genç yaştaki kayakçılarda uygulanan 60 dk Stroop test uyumsuz deneme uygulaması sonrasında, 2000 m TT performansı, kontrol grubunda 521 s iken, BY grubunda 552 s olarak kaydedilmiştir. Sonuç olarak 60 dk Stroop uygulamasının 2000 m TT performansı sırasında güç çıkışında, KAH ve LA değerinde düşüşe, AZD'de ise artışa neden olduğu bildirilmiştir (Staiano ve ark., 2018). Sonuç olarak 60 dk BY uygulaması bisikletçilerde 20 dk performansı etkilemezken, kürekçilerde 8-9 dakikalık performansta 30 s fark oluşturmuştur ve mevcut çalışma bulgularını desteklememektedir.

Literatürdeki çalışmalar, BY'nin yalnızca fiziksel performanstaki bozulma yoluyla değil, aynı zamanda teknik, taktik, karar verme ve beceri yürütmedeki değişiklikler yoluyla da spor performansını olumsuz etkileme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Russell ve ark., 2019). Bu kapsamda profesyonel futbolcularda bilişsel yorgunluğun pas-karar verme performansına etkisini inceleyen Gantois ve ark. (2020), 15 ve 30 dakikalık Stroop ile birlikte 90 dk maç uygulatmışlardır ve maç esnasında katılımcıların oyun performansı karar verme analizi sonuçları doğrultusunda, 30 dk Stroop uygulaması ardından karar verme performansının bozulduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlarla birlikte, BY'nin yalnızca dayanıklılık performansını değil, diğer motor becerileri de etkilediği söylenebilir.

Diğer branşlarla ilgili yapılan çalışmalardan Smith ve ark. (2016), futbolcularda yaptıkları Yo-Yo testi sonucunda, 30 dk BY'nin dayanıklılık performansı üzerine negatif etkisi olduğu ve toplam koşu mesafesini %16,3 oranında artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Yüzme branşında, BY'nin dayanıklılık performansı ile ilişkisini inceleyen Penna ve ark. (2018), 30 dk Stroop uygulaması sonrasında, 1500 m yüzme performansında %1,2 azalma olduğunu; AZD ve kalp atım hızı değişkenliği üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak 30 dk Stroop uygulaması futbolcular üzerinde mesafe olarak %16,3 oranında bozulmaya neden olurken, yüzmede süre olarak %1,2 oranında bozulmaya yol açmıştır. Bu çalışmalar neticesinde BY süresi veya çeşidi ne olursa olsun, BY uygulamasının bağımlı

değişkene etki oranının, branşa, test edilen motorik özelliğe ve test ölçütüne göre değişiklik gösterdiği çıkarımı yapılabilir.

Aras ve ark. (2018), araştırmacıların, akademik yaşantılar neticesinde antrenörlerde ve sporcularda BY oluşabileceği ve yapılan antrenmanlarda dayanıklılık performansının düşebileceği konusunda bilinçli olmaları gerektiğini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte uyku problemi yaşayan ve erken saatlerde antrenman yapanlar ile boş zamanlarında sosyal medya veya elektronik cihazlarla vakit geçirenlerde de benzer etkiler oluşabileceğini bildirmişlerdir. Bu kapsamda farklı bilişsel uygulamaların bilişsel yorgunluk göstergeleri üzerine etkisini karşılaştıran Smith ve ark. (2019), 45 dakikalık nötr bir belgesel izlettirdikten sonra 60 dk PVT, AX-CPT ve Stroop test uygulamış, bilişsel yorgunluğu BRUMS ve GAS kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, bilişsel yorgunluğun tüm BY uygulamaları sonrasında arttığı, öznel yorgunluğun ise (GAS) 20-50-60 dakikalarda test öncesine göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Buradan hareketle, 60 dk süren tüm BY uygulamalarının bilişsel yorgunluğa sebep olabileceği; öznel değerlendirmede ise GAS ölçeğinin en pratik yöntem olarak kabul görebileceği çıkarımı yapılabilir. Ancak katılımcı özelliklerinin de bu konuda önemli bir faktör olduğu unutulmamalıdır.

Bu çalışma sonucunda, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının FEG testi sırasında fizyolojik yanıtları; KAH, AZD, GLU ve LA değerlerini belli oranda değiştirdiğini; ancak bu değişimin anlamlı olmadığı ortaya konulmuştur. Bisikletçilerde Stroop test ile 60 dk BY uygulamasının fizyolojik yanıtlar üzerine etkisi anlamlı olmasa da, KAH ortalamasını %1,47 oranında, LA ortalamasını %16,18 oranında ve AZD değerini %1,06 oranında artırmış; diğer yandan GLU değerini %10,23 oranında azaltmıştır. Test öncesi dinlenimde ve test sonrasında alınan LA ve GLU değerleri incelendiğinde, BY uygulamasının GLU_{son} değeri üzerine, %13,43 oranında azalma ile anlamlı etki ettiği; LA değerinde bir miktar artma görülse de anlamlı etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. BY uygulamasının kan basıncı üzerine etkisi incelendiğinde, iyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının, laboratuvar ziyaretlerinin başında

SKB değerini %4,30 artırdığı, DKB değerini %0,62 azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Laboratuvar ziyaretlerinin sonunda ise BY uygulamasının her iki değeri de azalttığı ($SKB_{son}=\%5,32$; $DKB_{son}=\%8,60$) tespit edilse de, bu değişimlerin hem ön test hem de son test için anlamlı düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

BY ile fizyolojik yanıtlar ilişkisini inceleyen ve BY sonrasında fizyolojik yanıtlarda artış görülen çalışmalara bakıldığında; Brownsberger ve ark. (2013), 12 sağlıklı yetişkin üzerinde yaptıkları çalışmada, 90 dk bilişsel iş sonrasında; AZD, GLU konsantrasyonu ölçülmüş; katılımcının kendi belirlediği tempoda yaptırılan bisiklet egzersizi sonrasında, AZD’de artma, ortalama güçte azalma olduğu bildirilmiştir. Benzer sonuçlara ulaşan Salam ve ark. (2018), tükenene kadar yapılan bisiklet egzersizi öncesinde 30 dk uygulanan BY nin, AZD, LA, GLU düzeyine etkilerini inceledikleri araştırmada, bisiklet performansı sırasında AZD’nin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Bu iki çalışmada da BY sonrası artan AZD tablosu mevcut çalışma ile paralellik gösterse de, mevcut çalışmada AZD’deki artışın anlamlı düzeyde olmadığı; dolayısıyla BY uygulamasının iyi antrenmanlı bisikletçilerde AZD üzerine etkisi olmadığı görülmüştür. Protokolde kullanılan testin zor olmasına karşın AZD değerlerinin son zaman dilimine kadar maksimumlara ulaşmadığı görülmektedir. Bunun nedeninin de sporcunun antrenman seviyesinin iyi olmasına, yarışma sürelerinin en az 90 dk olmasına ve yarışmada ortaya konan ortalama KAH düzeylerinin yüksek olmasına bağlı olabileceği; bu nedenle sporcuların son dakikaya kadar çok yüksek AZD bildirmediikleri düşünülmektedir.

Literatürde uzun süren BY’nin dayanıklılık ile ilişkisini inceleyen araştırmalardan birini yapan Pageaux ve ark. (2013), katılımcılara tükenme noktasına gelene kadar yaptırdıkları submaksimal test sonrasında, BY’nin tükenme süresini %13 azaltarak performansı olumsuz etkilediğini, bununla birlikte AZD’de artış gözlemlendiğini ve dayanıklılık performansındaki azalmanın nedeninin AZD’de görülen artışla ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Pageaux ve ark. (2014), 30 dk Stroop uygulamasının, öznel olarak NASA-TLX ile değerlendirilen BY seviyesinde anlamlı bir değişme olmamasına rağmen, 5 km ortalama koşu hızını negatif yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Dayanıklılık koşusunda görülen bu düşüş, AZD’deki

artışa bağlanmış, bu sonuç ile birlikte AZD'nin, BY'yi yansıtabilen NASA-TLX gibi öznel değerlendirme skalalarından daha etkili olduğu rapor edilmiştir. Ancak mevcut çalışma bulgularında, BY ile birlikte kafein tüketimi sonrasında BY değerlendirme skalası olarak NASA-TLX ölçeği sonucunda, sporcuların BY puanlarının anlamlı derecede arttığı, bununla birlikte güç değerlerinde de anlamlı artış olduğu; ancak AZD'de değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Pageaux ve ark. (2014) yaptıkları çalışma ile mevcut çalışma bulguları, NASA-TLX ve AZD ile performans değerlendirmesine yönelik bildirilen, etkili yöntem çıkarımı konusunda birbirine karşıt bulgulardır. Sonuç olarak, BY'nin fiziksel performansa etkisi ile ilgili öznel değerlendirme olan NASA-TLX ve AZD'nin kıyaslanmasının doğru olmadığı söylenebilir. Ayrıca farklı bir açıdan bakıldığında, AZD ile NASA-TLX ölçeği ile BY performans değerlendirme sonuçları arasındaki farklılığın nedeninin, katılımcıların antrenman seviyesi de olabilir.

Mevcut çalışmada elde edilen diğer bir sonuç, KAH ve LA seviyesinin zorlu bilişsel uygulamadan sonra artmış olmasına rağmen bu artışın anlamlı olmamasıdır. Literatürde bu sonuca paralellik gösteren; ***BY uygulaması sonrasında fizyolojik yanıtlarda değişiklik görülmeyen çalışmalar incelendiğinde;*** araştırmalarda genel anlamda KAH ve LA gibi dayanıklılık performansını sınırlayan değişkenlerin BY'den etkilenmediği (Aras ve ark., 2020; Marcora ve ark., 2009; Pageaux ve ark., 2013; Pageaux ve ark., 2015; Martin ve ark., 2015); bazı araştırmalarda ise BY'nin sürekli sabit bir tempoda devam eden uzun süreli egzersizlere yanıtı ile yüksek şiddetli-aralıklı egzersizlere yanıtının farklı şekilde oluşabileceği bildirilmiştir (Smith ve ark., 2015). Bu sonuca yönelik olarak, MacMahon ve ark. (2014), uzun mesafe koşucular üzerinde 90 dakikalık BY'nin, AZD, KAH, LA ve 3000 m mesafede katılımcılar tarafından belirlenen tempoda, uzun mesafe koşu performansı üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmada, BY sonrası KAH, LA ve AZD'de bir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. Bu sonuca paralel olarak, elit düzey ve rekreatif düzeydeki iki grubun karşılaştırıldığı bir başka çalışmada, her iki grubun BY sonrasında bisiklet ergometresinde yaptıkları 20 dakikalık TT performansındaki, LA, KAH, AZD değerlerinde değişiklik gözlenmediği bildirilmiştir (Martin ve ark., 2016). Bu sonuçları destekleyen mevcut araştırmada da iyi antrenmanlı bisikletçilere

BY sonrası yaptırılan 20 dk FEG testi sırasında, KAH, AZD, GLU, LA değerlerinde değişiklik gözlenmediği görülmüştür. Bu sonuçlarla birlikte, uzun süreli sabit yüklü egzersizlerde, BY sonrasında fizyolojik yanıtların değişiklik göstermediği, net bir yönü olmadığı; sonuçların katılımcı özelliği, spor yaşı, cinsiyet, performans süresi, BY test yöntemi ve süresine göre farklılık gösterebileceği söylenebilir.

BY ile fizyolojik yanıtlar arasındaki ilişkiyi inceleyen ve fizyolojik yanıtlarda azalma görülen çalışmalara bakıldığında; dayanıklılık performansını sınırladığı düşünülen artmış KAH ve LA birikiminin BY ile ilişkili olmadığı (Marcora ve ark., 2009; Pageaux ve ark., 2013; Pageaux ve ark., 2015); ilk çalışmalarda BY'nin GLU seviyesini azalttığı (Fairclough ve Houston, 2004; Gailliot ve ark., 2007), sonraki çalışmalarda BY'nin GLU değeri üzerine etki etmediği rapor edilmiştir (McKenna ve ark., 2012; Smith ve ark., 2015). Bu doğrultuda, dayanıklılık performansını etkileyen KAH, LA, GLU gibi fizyolojik yanıtlarda düşüş görülmemesine rağmen sportif performanstaki düşüşün AZD ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Marcora, 2008). Literatürde yapılan çalışmalar sonucunda, BY uygulamasıyla birlikte AZD de artma görüldüğü ve bu artışın dayanıklılık performansını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. BY sonrası azalan uzun süreli performanstaki bu artışın nedeninin AZD olduğu düşünülse de fizyolojik mekanizma tam olarak açıklığa kavuşmamıştır (Martin ve ark., 2018). Konuyla ilgili temel kanı, BY gibi bilişsel işler sırasında beyinde artan aktivite ile eş zamanlı gözlenen nörotransmitterlerdeki değişikliklerin sporcu algıları ve spor motivasyonu arasındaki ilişkiden kaynaklandığı yönündedir (Meeusen ve ark., 2006; Roelands ve ark., 2013). Pageaux ve ark. (2014), tarafından ilk kez ortaya konulan bu mekanizma, uzun süreli bilişsel işlerin; serebral adenoazin birikiminin artmasına sebep olduğu, bu birikimin bilişsel iş sonrasında yapılan dayanıklılık performansına olumsuz yönde etki ettiği yönündedir (Lovatt ve ark., 2012; Pageaux ve ark., 2015; Azevedo ve ark., 2016; Martin ve ark., 2018). Sonuç olarak, BY ile birlikte AZD'deki artışın adenoazin birikimi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Adenoazin birikimi, dopamin vb gibi presinaptik nörotransmitterlerin salınımını baskılayarak (Moore ve ark., 2003) nöral aktiviteyi engellemekte; bunun yanında serotonin gibi başka nörotransmitterlerin salgılanarak, AZD veya yorgunluk oluşumu gibi olumsuz uyarıcılara hassasiyetin artması ile

ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Roelands ve Meeusen, 2010; Hebart ve Glaescher, 2015). Kısacası BY, beyinde aktivitelerin gerçekleşmesini kolaylaştıran süreçleri baskılayarak motivasyonu azaltmakta (Meeusen ve ark., 2006) ve motivasyondaki bu azalma ile birlikte mevcut yükün algılanma derecesinin artmasına sebep olmaktadır. Mevcut çalışma bulgularında, BY sonrasında AZD de değişiklik görülmemiştir ve bu sonuç literatür çalışmalarını desteklememektedir. Çalışmanın denencelerinden bir tanesi de BY'nin AZD değerinde anlamlı artışa sebep olacağı yönünde iken, sonuç AZD değerinde değişiklik olmaması yönündedir, dolayısıyla denence kabul edilmemiştir. AZD değerinde değişiklik olmamasının nedeni, katılımcıların çok yüksek KAH ortalamaları ile performans göstermeleri ve yüksek KAH düzeyine alışkın olmaları olabilir. Çünkü çalışma sırasındaki AZD değerleri incelendiğinde, FEG testin en başında sporcuların OG değerleri yüksek olmasına rağmen verilen AZD değerlerinin ortalama 15-16 düzeylerinde olması ve sporcuların baştan itibaren maksimum düzeyde tempolu gitmelerine rağmen yalnızca testin son zaman diliminde maksimum AZD değeri bildirilmeleri, sporcuların anaerobik dayanıklılık düzeylerinin yüksek olmasını açıklamaktadır. Sporcuların anaerobik dayanıklılık düzeylerinin yüksek olmasından dolayı AZD değerinde anlamlı derecede bir farklılık gözlenmemiş olabilir.

Sporcularda, BY sonrasında performans üzerindeki değişimin doğrudan AZD ile ilişkili olduğu ve bunun da beyinde adenozin birikimi nedeniyle olduğu rapor edilmiştir (Moore ve ark., 2003). Adenozin birikimi ile BY arasındaki ilişkinin temelini, adenozin molekülünün etkili olduğu beyin bölgesinin anterior singulat korteks (ASK) olduğu (Pageaux ve ark., 2015); AX-CPT, Stroop, go/no go vb. uygulamaların ASK'da adenozin konsantrasyonunu artırdığı ortaya konulmuştur (Carter ve ark., 1998; Elmenhorst ve ark., 2017; Martin ve ark., 2018). Beynin ASK bölgesinin ise; öz düzenleme (Posner ve ark., 2007) ve dayanıklılık egzersizleri sırasında AZD (Williamson ve ark., 2001; Williamson ve ark., 2006) gibi değerlendirmelerin zorlu bilişsel işlerle ilişkili olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak, bilişsel olarak yapılan uzun işler sonrasında geline tükenme noktası ile birlikte beyinde ilgili bölüm ASK'da adenozin birikimi artışını takiben AZD'de artış, motivasyonda azalma ve performansta düşüş görüldüğü yapılan çalışmalarla

desteklenmektedir (Chaudhuri ve Behan, 2004; Marcora ve Staiano, 2010; Pageaux ve ark., 2013; Dantzer ve ark., 2014; Van Cutsem ve ark., 2017; Martin ve ark., 2018). Mevcut çalışma sonuçlarının, literatür bulguları ile paralellik göstermediği görülmekle birlikte, bu farklılığın nedeni, öncelikle sporcuların antrenman seviyesinin iyi olması ve buna ek olarak uygulanan Stroop test süresinin bisikletçilerin yarış süresinden az olması nedeniyle olabilir. Bunun yanında, 60 dk Stroop test ile uygulanan BY nin katılımcı grubu üzerinde motivasyonda anlamlı değişiklik oluşturmamış olması, sporcuların müsabık olması, çalışmalarını yüksek hedeflere odaklı olarak gerçekleştirmeleri de nedenler arasında sayılabilir.

Sonuç olarak BY'nin AZD üzerinde belirli etkisinin olduğu, BY'nin fizyolojik yanıtlar üzerindeki etkisinin farklı sonuçlar oluşturabileceği ve araştırmada kullanılan BY türü, süresi, katılımcı seviyesi, katılımcıların özelliği, uygulanan performans test türü, süresi gibi faktörlerin bu sonuçları değiştirebileceği söylenebilir.

Bu çalışma sonucunda, BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin iyi antrenmanlı bisikletçilerde, FEG, OG ve RG üzerine etkisinin anlamlı olduğu; ancak KAD değeri üzerine etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bilişsel yorgunluk oluşturulan bisikletçilerde kafein tüketimi sonrasında FEG ve RG değerinin %5,10 oranında, OG değerinin %4,47 oranında arttığı görülmüştür.

Literatürde kafein tüketimi ve sportif performans ilişkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında, daha önceleri kafein alımının performans üzerine etkileri ile ilgili çok fazla araştırma yapılmadığı, günümüzde ise araştırma sayısının oldukça fazla olmasına rağmen (Grgiç ve ark., 2020); kafein alımı ve bilişsel yorgunluk ilişkisini inceleyen çalışma sayısının yok denecek kadar az olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda bilişsel yorgunluk, merkezi sinir sisteminde artan adenosin konsantrasyonları ve egzersiz sırasında uyarılmayı azaltan dopamin gibi uyarıcı nörotransmitterlerin inhibe edilmiş salınımı ile ilişkilendirilmiştir. Bu doğrultuda kafeinin, bilişsel yorgunluk etkilerine karşı koyma potansiyeline sahip bir madde olduğu, A1 adenosin reseptörlerini bloke ederek merkezi sinir sisteminin nöral

aktivitesini ve uyarılabilirliğini arttırdığı düşünülmektedir. Bununla ilgili olarak yapılan bir nörogörüntüleme çalışmasında, kafeinin doku oksijen geçirgenliğini iyileştirdiği ve oksijen tüketiminin serebral metabolik hızını azalttığı görülmüştür. Sonuç olarak kafeinin, bilişsel yorgunlukla değiştirilmiş prefrontal korteks aktivasyonunu önlediği ve böylece bilişsel olarak yorgun bisikletçilerde bisiklet performansını iyileştirdiği varsayılmaktadır (Franco-Alvarenga ve ark., 2019).

Kafein tüketiminin dayanıklılık performansı üzerine etkisi ile ilgili en kapsamlı araştırmanın 2019 yılında yapıldığı görülmektedir. Bu derlemede 300'den fazla çalışma incelenmiş 21 meta analiz sonucu değerlendirilmiştir ve çalışmaların sonucunda kafein tüketiminin dayanıklılık, kuvvet ve anaerobik güç üzerine %2 ila %16 oranları arasında ergojenik bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışma sonucunda, kafein tüketiminin anaerobik performansa kıyasla aerobik performansa etkisinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Grgic ve ark. 2020; Bayraktar ve Taşkıran, 2019). Litaretürde bunu destekleyen bir başka araştırmada, yavaş kasılan kas liflerinin, hızlı kasılan kas liflerine göre kafeine daha iyi cevaplar verdiği yönündedir ve bunun nedeninin kafeinin yavaş kasılan kaslarda kalsiyum salınımı artırdığı, bu mekanizmanın hızlı kasılan kaslarda çalışmaması bir neden olarak ileri sürülmüştür (Polito ve ark., 2016). Bisiklet sporunda hem aerobik hem de anaerobik disiplinlerin olduğu düşünüldüğünde, kafein tüketim metodlarının bisiklet sporunun tüm disiplinleri için geçerli olabileceği düşünülebilir. Ancak mevcut araştırma, dayanıklılık performansı üzerine kurulmuştur ve çalışma sonucunda kafein tüketiminin güç değerlerinde BY uygulamasına rağmen artışa neden olduğu yönünde ve literatürü destekler niteliktedir.

Kafein ve atletik performansla ilgili çalışmaların çoğu, koşu, bisiklet ve kros kayağı olmak üzere dayanıklılık sporlarıyla ilgili olup, kafein kullanımının bu sporlar için faydalı olabileceği yönünde sonuçlar ortaya konulmuştur. Egzersiz öncesi ve sırasında tüketilmek üzere çeşitli protokoller yararlı görülmekle birlikte, nispeten düşük dozlarda kafein (2-3 mg/kg) kullanan araştırmalar daha yaygındır. Ayrıca, kafeinin koşu, bisiklet, yüzme ve kürek sporları gibi sürekli yüksek yoğunluklu olayların (1-20 dk süren) performansı artırabileceğine dair bulgular da vardır (Burke,

2008). Mevcut çalışmada da, her ne kadar bilişsel yorgun bisikletçilerde uygulansa da, kafeinin 20 dakikalık maksimal yüklenmedeki güç ortalamasını en az %5,1 oranında artırdığı görülmüştür.

Kafein tüketiminin dayanıklılık performansını artırdığı çalışmalar incelendiğinde, antrenmanlı bisikletçiler üzerinde yürütülen, 5, 9 ve 13 mg/kg olacak şekilde farklı dozlarda kapsül kafein kullanılarak, sporcuların en yüksek güç çıktılarının %80'i şiddetinde tükenene kadar yaptırılan testte, her üç dozun da sportif performansı plaseboya göre %27 oranında anlamlı düzeyde artırdığı; dozlar arasında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Pasma ve ark., 1995). Orta doz (6 mg/kg) kafein kapsülü tüketmenin, bir saat zamana karşı performansını iyileştirdiği (McNaughton ve ark., 2008); benzer şekilde standart bir diyet programı ve aynı antrenman programını uygulayan iyi antrenmanlı erkek bisikletçilerin bir saatlik %75 VO_{2maks} düzeyinde yaptıkları test sonucunda, plaseboya göre 3 mg/kg kafein dozunun %4,2 oranında, 6 mg/kg kafein dozunun ise %2,9 oranında performans artışı sağladığı gözlemlenmiştir. Üstelik çalışma sonucunda kafein dozunun artmasının performansa ekstra bir iyileştirme katmadığı, 3 mg /kg gibi düşük dozların performansı artırma hedefi doğrultusunda yeterli olabileceği bildirilmiştir (Desbrow ve ark., 2012). Mevcut çalışmada, katılımcıların ortalama ağırlığının 71 kg ve kullanılan dozun 400 mg olduğu göz önüne alındığında, ortalama kafein tüketim dozu 5,6 mg/kg olarak hesaplanabilir. Bu nedenle çalışma sonuçları dayanıklılık performansına %5,1 oranında artış sağlayarak literatürü desteklemekle birlikte, artışın daha az olmasının BY uygulamasında bağlı olduğu düşünülmektedir. Buna ek olarak, katılımcıların günlük olarak düzenli kafein tüketimine sahip oldukları düşünüldüğünde, kafein etkisinin minimum düzeyde olabileceği; katılımcı grubunun düzenli kafein tüketmeyen sporculardan oluşması durumunda, mevcut doz kafein tüketiminin performansı çok daha yüksek oranda artırabileceği söylenebilir.

Kafein tüketim formları spor yapan bireylerde, kullanım şartları, bireysel tercihler veya spor branşına göre farklılık gösterebilir. Bu kapsamda aktif spor yapan bireylerde kapsül kafein kullanımının; kullanım kolaylığı açısından yaygın olduğu söylenebilir ve kafein kapsüle ek olarak kafeinli kahve alımı da performansa olumlu

yönde etki eden diğer bir seçenektir. Bu kapsamda kafeinli kahve ile birlikte kafein kapsülü kullanımının performansa etkisini araştıran bir çalışmada, günlük kafein tüketimi orta veya yüksek dozda olan katılımcılar, %80 VO_{2maks} düzeyinde tükenme noktasına gelene kadar bisiklet ergometresi testine tabi tutulmuştur. Sporcular, test öncesinde 1 mg/kg dozunda bir fincan kafeinli kahve tüketmiş, 30 dk sonra, bir grup kafeinsiz kahve ve 5 mg/kg dozunda kafein kapsülü, bir grup kafeinsiz kahve ve plasebo kapsülü, bir grup 1,1 mg/kg dozunda kafeinli kahve ve 5 mg/kg dozunda kafein kapsülü, bir grup 1,1 mg/kg dozunda kafeinli kahve ve 3 mg/kg dozunda kafein kapsülü, bir grup 1,1 mg/kg dozunda kafeinli kahve ve 7 mg/kg dozunda kafein kapsülü tüketmişlerdir. Sonuç olarak, kafein tüketiminin tükenme süresini anlamlı derecede arttırdığı; 3 ve 7 mg/kg doz aralığında kafein kapsülünün sportif performansta plaseboya kıyasla %24 artış sağladığı saptanmıştır (McLellan ve Bell, 2004). Bu sonuçlar, kafein kapsüle ek olarak kafeinli kahve tüketen bisikletçilerin performansındaki artış oranının, yalnızca kafein kapsülü kullanan bisikletçilerin performansındaki artış oranından daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar, yüksek şiddetteki performans artışı için 9 mg/kg kafein dozunun üst limit olduğunu söyleyen Pallares ve ark. (2013) çalışmasını da desteklemektedir ve bu doğrultuda kafein kapsüle ek olarak kafeinli kahve tüketiminin de dayanıklılık performansını artırabileceği; kapsül kafeine ek olarak kafeinli kahve tüketiminin performansı daha yüksek oranda artırabileceği çıkarımı yapılabilir. Nitekim mevcut araştırmada güç artışının %5,1 oranında olduğu düşünülürse bu tür bir çalışmada kafein kapsüle ek olarak kafeinli kahve tüketilmesi güçte daha fazla artışa neden olabilir ki elit seviye sporcularda güçte %1 oranındaki artışın bile oldukça önemli olduğu düşünülürse, bu artış oranının altın değerinde olduğu söylenebilir.

Literatürde kafeinin küçük dozlarının yeterli olabileceği bildirilse de (Desbrow ve ark., 2012), sportif performansa etki açısından alt bir limiti vardır. Bu kapsamda Jenkins ve ark. (2008), iyi antrenmanlı erkek bisikletçiler üzerinde, üç farklı kafein dozunun (1, 2, 3 mg/kg) 15 dk %80 VO_{2maks} ve 4 dk aktif dinlenmenin ardından 15 dk maksimum yüklenme olan zamana karşı (TT) performansına etkisini incelemişlerdir. Kafein tüketimi maksimal testin 60 dk öncesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, 2 mg/kg alan grubun TT performansında %4 oranında; 3 mg/kg

kafein alan grubun TT performansında ise %3 oranında artış olduğu; ancak 1 mg/kg kafein tüketen grupta etki gözlenmediği bildirilmiştir. Bu sonuçla birlikte dayanıklılık egzersizlerinde en az 2 mg/kg kafein tüketiminin olması gerektiği söylenebilir. Mevcut çalışmada yaklaşık 5 mg/kg kafein kapsül kullanıldığından, bu dozun literatürü desteklediği ve performansı artışı için yeterli olduğu söylenebilir. Konuyla ilgili bir başka çalışmada, egzersiz öncesi kafein tüketimine ek olarak egzersiz esnasında kafein ve karbonhidrat (CHO) tüketiminin bisiklet performansına etkisine bakan Cureton ve ark. (2007), iyi antrenmanlı erkek bisikletçilere egzersiz öncesinde 1,2 mg/kg, egzersiz esnasında her 15 dakikada bir 0,6 mg/kg ve toplam olarak 5,3 mg/kg kafein vermişlerdir. Sporcular 120 dk boyunca %60-75 VO_{2maks} düzeyi egzersiz sonrasında 15 dk TT performans yapmışlardır. Çalışma sonucuna göre, yalnızca CHO tüketen gruba göre, kafein ve CHO tüketen grubun %15-23 oranında daha iyi TT performansı ortaya koyduğu bildirilmiştir. Kafeine ek olarak CHO tüketiminin performansa olumlu etki ettiği literatürdeki çalışmalarda bildirilirken, bu sonuçların aksi yönünde sonuç bildiren çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu kapsamda Jacobson ve ark. (2001), antrenmanlı bisikletçiler üzerinde yaptıkları çalışmada, sporcular egzersizden 1 saat önce 6 mg/kg kafein tüketmişler ve ardından 2 saat %70 VO_{2maks} düzeyinde bisiklet sürüp 30 dk TT performans sergilemişler ve fiziksel egzersiz esnasında CHO tüketimi yapmışlardır. Sonuçta CHO ve kafein tüketimi yapan grubun TT süresi 29 dk 12 s iken, yalnızca CHO tüketen grubun TT süresi 30 dk 37 s olarak bulunmuş, iki zaman arasında istatistiksel anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç literatür bulgularına karşı olup, iyi düzeyde antrenmanlı sporcular için 1 dk 25 s gibi bir süre anlamlı olmasa da mega spor etkinliklerinde elde edilen başarı açısından önem ihtiva etmektedir. Bu bakımdan Jacobson ve ark. (2001) yaptıkları çalışma sonucu, kafein veya kafein ile birlikte ek uygulamaların performansa etki etmediği rapor edilse de, iyi antrenman düzeyindeki sporcular için küçük farkların önemli olduğu; bu açıdan iyi antrenman düzeyindeki sporcularda kafein ve kafein ile birlikte CHO tüketiminin performansı artırabileceği çıkarımı yapılabilir. Bu sonuç doğrultusunda, iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY sonrasında KAF ile birlikte CHO uygulamasının da performansa olumlu etki edeceği; buradan ve mevcut çalışma bulgularından yola çıkarak BY sonrasında uygulanan kafein tüketimine ek olarak CHO tüketiminin performansı

daha fazla oranda artırabileceği düşünülmektedir. Bu bakımdan iyi antrenmanlı veya amatör seviye bisikletçilerle yapılacak olan BY sonrası kafein tüketim çalışmalarına CHO tüketiminin de eklenmesi konuyla ilgili net bulguların elde edilmesini sağlayabilir.

Mevcut araştırmada kafein öncesinde Stroop test uygulanmış ve bisiklet performansına etkisi incelenmiştir. Çalışmaya benzer olarak yapılan, Wang ve ark. (2020) farklı dozlarda kafein kapsül tüketiminin, bisiklet performansı ve bilişsel performans üzerine etkisini incelediği çalışmada, Stroop test kafein tüketimi sonrasında uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda düşük doz (3 mg/kg) kafein tüketiminin, orta (6 mg/kg) ve yüksek doz (9 mg/kg) kafein tüketimine nazaran yüksek oranda, fiziksel ve bilişsel performansı artırdığı tespit edilmiştir. Stroop test ve kafein uygulamaları birbirinden farklı olsa da, bu çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları birbirini desteklemekte, kafeinin Stroop öncesinde veya sonrasında tüketilmesinin, bisiklet performans göstergelerinden olan ortalama güç ve anlamlı olmamakla birlikte zirve güç değerlerini artırdığını ortaya koymaktadır. Mevcut araştırma sonuçları ile paralellik gösteren bir başka çalışmada, Clarke ve ark. (2019), kadın ve erkek sporcular üzerinde, 3 mg/kg doz kafein tüketiminin, 5 km TT performansını cinsiyet farketmeksizin 6-9 s iyileştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Kafein tüketiminin bisiklet performansına etkisini inceleyen çalışmaların çoğunun erkek katılımcılarla yapıldığı görülmektedir ve cinsiyet karşılaştırma çalışmalarının çok az olmasından dolayı kadın sporcularla ilgili net sonuçlara ulaşabilmek için, gelecekteki çalışmaların kadın katılımcılarla yapılması, kafein tüketiminin kadın bisikletçilerin performansına etkisi ile ilgili sorulara cevap bulunmasına yardımcı olabilir.

Kafeinin diğer branşlarda sportif performans üzerine etkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında; kafein alımının ve kapsül kafein tüketiminin yalnızca bisiklet sporcuları üzerine değil, diğer dayanıklılık branşlarında da olumlu etkisinin olduğu yapılan çalışmalarla birlikte ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda, farklı kafein alım formlarının antrenmanlı koşucular üzerinde karşılaştırıldığı bir araştırmada; sporcular kafeinli kahve, kafeinsiz kahve beraberinde kafein kapsülü veya plasebo

almışlar ve bir saat sonra VO_{2maks} 'ın %85'inde tükenme noktasına gelene kadar koşu bandı üzerinde egzersiz yapmışlardır. Diğer formlara kıyasla kapsül olarak alınan kafeinin 2-3 km daha uzun koşu mesafesinde koşmaya olanak sağladığı saptanmıştır (Graham ve ark., 1998). Bu çalışma sonuçları, kapsül kafein kullanılan mevcut çalışmayı destekler niteliktedir. Günlük kafein kullanım dozu göz önüne alınarak seçilen, 150-200 mg kafein içeren 3 g kahvenin, laboratuvar ortamında 1500 m koşu süresine etkisinin incelendiği bir çalışmada, yüksek VO_{2maks} düzeyindeki katılımcılar, 1500 m sonunda 400 m mesafede son sprinti içeren diğer bir teste tabi tutulmuş, en son denemede ayrıca yüksek şiddetli eforu ne kadar uzun süre sürdürdükleri gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda, kafeinli kahve tüketen grubun, 4,2 s daha iyi koşu zamanı ile birlikte anlamlı düzeyde daha iyi bir 400 m sprint-finiş süresi ortaya koyduğu rapor edilmiştir (Wiles ve ark., 1992). Bu çalışma ile birlikte orta doz kafein tüketiminin orta mesafe koşu performansını artırdığı görülmüşken, uzun süreli maksimal dayanıklılık performansı sonundaki sprint performansına da olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Mevcut araştırmada, BY ile birlikte tüketilen kafeinin, 20 dk süreli FEG test sonundaki maksimum gücü de %10,80 oranında artırması, bu bulgular ile paralellik göstermektedir. Uzun süreli yüksek şiddetli efor sonunda ortaya konan sprint gücü de önemlidir; çünkü bisiklet yarışmalarında performansın birincil belirleyicileri, birbiriyle ilişkili dayanıklılık kapasitesi kavramları; fiziksel kapasite, maksimal aerobik güç, hareket ekonomisi ve yorgunluğa gösterilen direnç (Laursen ve Buchheit, 2019) olduğu kadar, bitişte birlikte gelen sporculardan maksimal gücü yüksek olan sporcunun yarışı kazanma olasılığı yüksektir. Buradan hareketle, yol bisikletinde aerobik kapasitenin önemli olduğu kadar, aynı aerobik kapasite çerçevesinde anaerobik kapasitenin ve belirli süredeki dayanıklılık eforu sonrasında ortaya konulan maksimum gücün de önem ihtiva ettiği söylenebilir.

Orta mesafe koşu performansı üzerine kafein etkisinin incelendiği bir başka çalışmada Bridge ve Jones (2006), testten 60 dk önce koşuculara 3 mg/kg kafein tükettirmişler ve önceden belirlenmiş bir parkurda 8 km yarış yaptırmışlardır. Sonuçta, kafein tüketen grupta yarış süresinin 23,8 s anlamlı düzeyde daha iyi olduğu (%1,2), bireysel ölçüde ise 10 s ile 61 s aralığında koşu süresinin iyileştiği ortaya

konulmuş; ayrıca kafein grubunda daha yüksek KAH ortalaması kaydedildiği ve daha az düzeyde AZD bildirildiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada, kafeinin daha yüksek KAH ortalamasına neden olması sonucunda mevcut çalışma sonuçları ile desteklenirken, AZD'nin düşük bildirilmesi mevcut bulgular ile zıt yöndedir. Wiles ve ark. (2006), sprint performansına yönelik, bisiklet alt disiplini olan pist bisikletinde, antrenmanlı bisikletçiler üzerinde yaptıkları çalışmada, testten 75 dk önce alınan 5 mg/kg kafeinin 1 km TT performans üzerinde %3,1 oranında (2,4 s) iyileşme görüldüğü; hatta gerçek yarış performansında da bu iyileşmenin elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada uygulanan test mevcut çalışmadaki 20 dk FEG testten daha kısa süreli ve sprinte yönelik olmasına rağmen performanstaki iyileşme oranları yakın düzeydedir. Bu sonuçlarla birlikte, bisiklet sporunda disiplin ve mesafe ne olursa olsun 5 mg/kg düzeyindeki kafein dozlarının iyi antrenmanlı sporcuların fizyolojik performansında ciddi oranda iyileşme sağladığı söylenebilir.

Mevcut çalışmada bisikletçilerin 20 dk boyunca “J” şeklinde hız/güç stratejisi uyguladıkları görülmüştür. Bu doğrultuda Wiles ve ark. (1992), koşucularda yaptıkları çalışma ile ortaya koydukları bulguların, mevcut çalışmadaki bisikletçilerin FEG testinin son dakikalarındaki maksimum gücü artırabilmeleri ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Sonuç olarak, iyi antrenmanlı bisikletçilerde orta doz kafein tüketiminin dayanıklılık performansına olumlu etkisi olduğu gibi, kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz performansını da iyileştirdiği ve mevcut çalışma ile birlikte bu sonuçların önceki araştırmaları desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Güncel uygulamalarda, bisiklet sporu, yol bisikleti disiplinin yanında, pist, BMX gibi patlayıcı güce yönelik disiplinleri de içerisinde barındırdığından, bu disiplinlerin de mevcut çalışma sonuçlarına ek olarak ileride araştırılması ve net sonuçlara ulaşılması gerekmektedir.

Kafeinin dayanıklılık performansına etki etmediği çalışmalar incelendiğinde; uzun süreli aktiviteler üzerinde kafein tüketiminin olumlu etkisinin olduğu belirtilmekle birlikte yüksek yoğunluklu efor sarfedilen branşlar üzerinde yapılan çalışmaların sonucunda kafein etkisinin değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Aras ve ark., 2020). Bu doğrultuda antrenman düzeyi haftada 2-3 saat olan bireylere, testten

60 dk önce, 5 mg/kg kafein veya plasebo tüketimi ardından wingate testi yapılmış; çalışma sonunda gruplar arasında zirve güç ve toplam iş çıktısı açısından anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Collomp ve ark., 1991). Benzer başka bir çalışmada; aktiflik düzeyi düşük olan bireylere, 6 mg/kg kafein veya plasebo tüketimi sonrasında üst üste dört wingate testi uygulanmış, iki grup arasında performans farkı olmadığı görülmüştür. Hatta kafein grubunun son iki wingate denemesinin güç çıktılarında düşüş olduğu rapor edilmiştir (Greer ve ark., 1998). Yapılan çalışmalarda katılımcıların antrenman seviyesinin düşük düzeyde olmasının, kafeinin zirve güç ve çeviklik performansı üzerinde etkili olmamasına neden olan bir faktör olduğu belirtilse de, mevcut çalışmada, BY sonrası kafein tüketiminin iyi antrenmanlı katılımcıların maksimum güç (G_{maks}) değerini %10,8 oranında artırması ile bu yorum desteklenmiştir. Diğer açıdan bakıldığında, kafein tüketiminin, G_{maks} performansına etkisi ile ilgili ayrıca araştırma yapılmalıdır. Katılımcıların maksimum güç (G_{maks}) değerini testin son anlarında elde ettikleri göz önüne alınırsa, 20 dk maksimal yüklenme sonrasında uygulanan sprint gücünün, iyi antrenmanlı sporcularda anlamlı olmasa da artış göstermesinin oldukça önemli olduğu söylenebilir. Çünkü yarışların final bölümünde, uzun süreli maksimal efor sonrasında sprinti iyi olan bisikletçi yarışı kazanabilir. Sonuç olarak kapsül kafein tüketiminin elit seviye bisikletçilerde FEG testinde maksimum gücü ve uzun süreli efor sonrasındaki patlayıcı gücü artırdığı söylenebilir; ancak bu sonucun ileride yapılacak olan çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Kafein kullanımının özellikle antrenmansız bireylerde performansı etkilemediği yapılan birçok çalışma ile gösterilmiş; buna karşın antrenmanlı bireylerde farklı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Akça ve ark., 2018). Bu kapsamda yapılan çalışmalar incelendiğinde, müsabık ve iyi antrenmanlı bireylere 5 mg/kg kafein verildikten sonra yapılan wingate testi sonucunda sporcuların zirve güç çıktılarında anlamlı düzeyde artış olduğu (Woolf ve ark., 2008); benzer şekilde bir başka çalışmada 250 mg (4,3 mg/kg) kafein alımı sonrasında, 100 m serbest stil yüzen antrenmanlı ve antrenmansız yüzücü gruplarında, yüzme hızının yalnızca antrenmanlı grupta anlamlı farklı olduğu gözlenmiştir (Collomp ve ark., 1992). Bisiklet sporcuları üzerinde, 5 mg/kg kafein tüketimi sonrasında, 1 km zamana karşı

testi sonucunda, antrenman düzeyi yüksek sporcuların performansında %3.1 artış olduğu rapor edilmiştir (Wiles ve ark., 2006). Mevcut araştırmada ise, BY uygulanmasına rağmen, 20 dk maksimal efor sonrası kaydedilen maksimum güçteki artış %10 olarak tespit edilmiştir ve aynı protokol antrenmansız bireylere uygulandığında sonuçların farklı olacağı öngörülmektedir. Buradaki %10 luk performans artış oranının Wiles ve ark. 'nın yaptıkları çalışmada elde edilen orandan daha fazla olmasının temel nedenlerinden bir diğeri ise FEG test süresinin 1 km lik test süresine oranla daha uzun olmasıdır. 1 km lik bir test yaklaşık 30 s civarında sürmekte iken ve iyileşme oranı birkaç saniye olabilirken, 20 dakikalık maksimal bir testte durum birkaç dakikaya çıkabilir. Bu nedenle uygulanan test süresi veya mesafesi performansta gözlenen artış oranı ile yakından ilgilidir. Elde edilen bulgular sonucunda, kafein tüketiminin bisikletçilerde sprint performansına etki oranının, sporcunun seviyesi ve interval antrenmana yatkınlığına bağlı olarak değişebileceği söylenebilir. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda, bisikletçilerde kafein tüketiminin, özellikle antrenman seviyesi yüksek sporculardaki etkisinin daha detaylı incelenmesi gerekir.

Çalışmalardan elde edilen sonuçların farklı olması, katılımcıların günlük kafein tüketim miktarlarının farklı olmasına da bağlı olabilir. Çünkü, düzenli miktarda kafein tüketiminin toleransa neden olduğu, sportif performansa akut cevaplarda farklılık oluşturabileceği bildirilmiştir (Beaumont ve ark., 2017). Kafein alımının sportif performansa etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, önceden belirlenmiş olan ve gıdalarda bulunan kafein miktarları baz alınarak ve katılımcıların günlük kafein tüketim miktarı tespit edilerek, günlük düşük veya yüksek düzeyde tüketime sahip kişiler üzerinde kafeinin ergojenik etkisinin incelendiği çalışmalar mevcuttur (Akça ve ark., 2018). Bu kapsamda literatür incelendiğinde, günlük 50 mg'dan az ve 300 mg'dan fazla kafein tüketen sporcuların plaseboya kıyasla performansında anlamlı ölçüde gelişme olduğu ve düşük tüketime sahip gruptaki pozitif etkinin diğer gruba nazaran daha uzun sürdüğü saptanmıştır (Bell ve McLellan, 2002). Buna karşın Wiles ve ark. (1992) yaptıkları araştırmada, 150-200 mg kafein içeren 3 g kahvenin, günlük kafein kullanımı yüksek ve düşük olan grupların, laboratuvar ortamında koşu süresine etki etmediği rapor edilmiştir ve bu sonuçlar doğrultusunda literatürdeki

Çalışmaların sonuçlarının farklılık gösterdiği söylenebilir. Mevcut alışmada, BY ile birlikte 400 mg kafein alımının performans üzerindeki etkisine, günlük kafein tüketim miktarının da bir faktör olabileceği dşnlmş; yapılan incelemeler sonrasında günlük kafein tketimeinin sonuçlar üzerine anlamlı etki etmediği bulunmuştur. Mevcut çalışmanın sonuçları literatürü destekler niteliktedir ve bulgular doğrultusunda anlamlı sonuç elde edilmese de, OG değerinin günlük 500-750 mg kafein tüketen grupta tüm haftalarda en yüksek değerde olduğu gözlemlenmiştir.

Bu alışma sonucunda, BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tketimeinin iyi antrenmanlı bisikletçilerde, LA değeri üzerine anlamlı etkisinin olduğu; ancak GLU, AZD ve KAH değeri üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bilişsel yorgun bisikletçilerde, 400 mg kafein tketimei sonrasında GLU değeri %3,39 oranında, AZD değeri %2,27 oranında, KAH değeri %1,99 oranında artarken; en fazla artış %37,38 oranında LA değerinde grlmştir. FEG test öncesinde ve sonrasında ölçülen değerler incelendiğinde, BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein kullanımının, FEG test öncesi ve sonrasındaki SKB, DKB ve GLU parametreleri üzerine anlamlı etkisinin olmadığı; ancak test sonrası LA parametresinde %45 oranında artışla anlamlı düzeyde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde yapılan araştırmalarda kafein tketimeinin uzun süreli bilişsel işlerde BY'yi azalttığı (Kennedy ve Scholey, 2004), yağ ortamında kolay çözünen özelliği sayesinde kan-beyin arasında kolay geçiş sağlayıp adenosin molekülünün reaksiyon engelleyici etkisini ortadan kaldırarak (Martin ve ark., 2018) AZD değerini azalttığı ve dayanıklılık performansında artış sağladığı belirtilmiştir (Smith ve ark., 2015; Azevedo ve ark., 2016). Bu savı destekleyen, 6 mg/kg kafeinli kahvenin submaksimal bisiklet performansı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, iki grup arasındaki farkın kafeinli kahve grubunun lehine olduğu ve bu grubun düşük AZD bildirdiği rapor edilmiştir (Demura ve ark., 2007). Ancak mevcut çalışmada, hem BY sonrasında hem de BY ile birlikte kafein tketimei sonrasında, AZD değerinde %1,06-%2,27 oranında artış olsa da bu artışın anlamlı olmadığı, kafein

tüketiminin AZD değerine etkisi olmadığı bulunmuştur. Çalışma öncesinde, katılımcıların BY sonrası kafein tüketimiyle birlikte AZD değerinin azalacağı yönündeki denence, bu sonuçla birlikte desteklenmemiştir ve bunun en önemli nedeninin katılımcıların antrenman seviyesi ve günlük kafein tüketim miktarlarının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bortolotti ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, mevcut çalışma sonuçları ile paralel şekilde, 6 mg/kg kafein tüketiminin 20 km zamana karşı bisiklet performansı üzerinde, güç, KAH ve AZD değerleri her iki km de bir ölçülerek, testin son 2 km diliminde güçte anlamlı derecede artış olduğu, buna ek olarak her iki koşulda da (PLA ve KAF) AZD ve KAH değerlerinin doğrusal olarak arttığını rapor etmişlerdir. Bisiklet sporunda, özellikle yol bisikleti, dağ bisikleti, maraton, zamana karşı gibi uzun mesafe disiplinlerindeki; uzun süreli ve yoğun çalışmalar, mevcut enerji depolarını bitirmeden sonuca en verimli şekilde ulaşabilmek için özel strateji gerektirmektedir. Bu sayede depoları eforun sonuna kadar koruyarak, tüketmeden, bitiş çizgisini geçmek temel amaçtır. Mevcut çalışmada da, uygulanan FEG testi aynı düşünce ile hareket edilmesi gereken bir test olup, sporcular iyi düzeyde antrenmana sahip olsalar bile ilk dakikalarda yapılan aşırı yüklenmeler testin sonunda sporcunun tükenmesine neden olacağı için, genel olarak sporcuların yarışlarda verdikleri ortalama KAH değerleri dikkate alınarak uyarılmışlardır ve güncel bireysel yarış ortalamaları üzerine çıkmamaları sağlanmıştır. Bu sayede, mevcut çalışmada literatürdeki sonuçlar kullanılarak, FEG test sırasında, sporcuların en son zaman diliminde olabildiğince yüksek ortalama vermelerine yönelik hız stratejisi uygulamaları gerektiği yönünde uyarılmışlardır. Mevcut çalışma sonuçları ile Bortolotti ve ark. (2014) yaptıkları çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir ve bu sonuçlar beklenen bir durumdur. Çünkü FEG testi sonuna doğru, sporcunun maksimum gücünü gösterebilmesi beklenmekte, sporcunun tükenmemesi gerekmektedir. Bu nedenle FEG test gibi uzun süreli testlerin literatürde belirtildiği gibi uygun stratejiler kullanarak uygulanmasının sonuçlar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

İyi antrenmanlı bisikletçilerde Stroop test ile BY uygulamasının 4BYL toplam puanlarını, ziyaretler öncesinde anlamlı seviyede azaltırken, ziyaretler sonrasında da azalttığı ancak FEG test sonrasındaki bu azalmanın anlamlı olmadığı görülmüştür. 4BYL toplam puanlarının azalması sporcunun kendini daha iyi hissettiğinin veya test sonrasında olumsuz bir durum yaşamadığının ve testin sağlıklı bir şekilde tamamlandığının bir göstergesidir; çünkü ölçek maddeleri genellikle ağrı, rahatsızlık veya herhangi bir sıkıntı hissediyor musunuz sorularına cevap aramaktadır. Cevaplar ise “hiç, nadiren, düzenli, sık, çok sık” şeklinde olduğundan, 4BYL ölçeği toplam puanının düşük düzeyde olması istenen bir durumdur. Bu doğrultuda Stroop test ile BY uygulamasının bisikletçiler üzerinde ağrı, kasılma vb rahatsızlıkları artırmadığı sonucuna ulaşılabilir. Sonuç olarak Stroop test ile BY uygulamasının bisikletçilerde, 4BYL ölçeği toplam puanları üzerinde azaltıcı etkisi olduğu; bu etkinin FEG test öncesinde katılımcıların bir haftalık duygu durumları üzerinde anlamlı olduğu görülmüştür. Kafein tüketiminin ağrı, kasılma gibi olumsuz durumları bertaraf edip, toplam puanı ciddi derecede azaltarak 4BYL üzerine anlamlı etkisinin olacağı düşünülse de, sonuçta 4BYL puanları azalmış ancak bu azalmanın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun katılımcıların seviyesi ile ilişkili olduğu; sporcuların iyi antrenman seviyesine sahip olduğu düşünüldüğünde, FEG testinin süresinin yarışma süresinden daha kısa olması sonucunda sporcuların test boyunca hissettikleri ağrı düzeyi değişse de sporcu psikolojik açıdan çok fazla etkilemediği düşünülmektedir. Katılımcıların yarış sürelerinin 90 dakikadan 300 dakikaya kadar sürdüğü göz önüne alındığında, 20 dakikalık eforun sporcuları çok fazla endişeye sokmadığı, aşırı yüklenme olmadığı ve buna istinaden kas ağrısı, bel ağrısı gibi ciddi şikâyetlerin oluşmadığı düşünülmektedir.

İyi antrenmanlı bisikletçilerde, BY uygulaması maksimal yüklenme sonrasında bitkinlik alt boyut ortalamasını azaltmış; depresiflik ve kızgınlık alt boyut puanına etki etmemiş; diğer yandan dinçlik alt boyutuna ait ortalama puanı artırmıştır ancak bu değişimlerin anlamlı düzeyde olmadığı; buna ek olarak BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein kullanımının da BRUNEL ölçeği ve alt boyutları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı bulunmuştur. BY ile birlikte tüketilen 400 mg kafein sonrasında dinçlik %14,64 oranında, bitkinlik %2,43 oranında, kızgınlık %3,43 oranında

azalırken; depresiflik %6,06 oranında artış göstermiştir. Ne BY ne de BY ile birlikte kafein tüketimi BRUMS puanları üzerine anlamlı etki etmemiştir; ancak alt boyut toplam puanlarının yönünü değiştirmiştir. Sonuçlar ayrı ayrı incelendiğinde BY tek başına dinçlik puanını artırıp bitkinlik puanını azaltırken, kafein tüketimi sonrasında dinçliğin yön değiştirip azaldığı, bitkinliğin daha az oranda azaldığı; depresifliğin yön değiştirerek artış gösterdiği dikkati çekmektedir. Buradan hareketle BY ile birlikte kafein tüketiminin, iyi antrenmanlı bisikletçilerde dinçliği azalttığı; bitkinliği ve depresifliği artırdığı sonucuna ulaşılabilir. Dinçliğin azalmasında ve bitkinliğin artmasında, sporculara uygulanan BY nin yanı sıra kafein tüketimi ile birlikte artan FEG, OG, RG sonucunda fiziksel yorgunluğun artması da bir sebep olabilir. Ayrıca, katılımcıların müsabık olması ile birlikte, katılımcıların FEG testini bir müsabaka olarak görmeleri ve psikolojik olarak hırs yapmalarının, depresifliğin artmasında rol oynadığı düşünülmektedir.

Stroop test ile BY uygulamasının ziyaretler öncesinde bisikletçilerin GAS toplam puanlarını azalttığı, ancak bu azalmanın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. BY uygulamasının katılımcıların test öncesinde ve test sonrasındaki GAS puanlarındaki azalmanın test öncesinde %15,53 oranında; test sonrasında %2,97 olduğu ve test öncesindeki azalmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. GAS ölçeği toplam puanlarının az olması sporcuların olumlu duygulara sahip olduğunun bir göstergesidir. Ölçek maddeleri genellikle mutluyum (0) – mutsuzum (100); sinirli değilim (0) – sinirliyim (100) olarak uygulanmakta, olumlu duygular daha az puanla değerlendirilmektedir. Bu nedenle toplam puanının düşük düzeyde olması istenen bir durumdur. Bu doğrultuda Stroop test ile BY uygulamasının bisikletçilerde olumlu duyguları artırıp, olumsuz duyguları azalttığı; ancak bu değişimin anlamlı olmadığı söylenebilir. Buna karşın, bisikletçilerin GAS ölçeği puanları kafein haftasında artış göstermiştir; ancak bu artışın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda, BY uygulamasının sporcuların olumlu duygularını artırdığı, kafein tüketiminin bunu tersine çevirerek, sporcuların olumsuz duygularını tetiklediği çıkarımı yapılabilir.

Bisikletçilerde Stroop test aracılığıyla BY uygulaması sonrası 400 mg kafein tüketiminin, NASA-TLX ölçeği toplam puanı üzerinde %17,96 oranında anlamlı artışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bisikletçiler araştırmada, Stroop test sırasında, KAF ve PLA haftalarında diğer haftalara göre daha fazla zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, özellikle kafein tüketilen haftalarda NASA-TLX puanlarının en yüksek değerde olduğu görülmüştür. BY uygulaması ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, bisikletçilerde, psikometrik parametrelerde, fizyolojik değerlerle paralel şekilde değişikliğe neden olurken; aslında bunun sporcunun bilişsel yeteneğiyle ve kullanılan hız stratejisi ile de ilgili olduğu düşünülmektedir. Tüm ziyaretlerde benimsenen hız belirleme stratejilerinden bağımsız olarak, KAF alımının, BY_{den} ve PLA ile karşılaştırıldığında, bisiklet performans parametreleri olarak ifade edilen FEG, OG, RG performansını iyileştirmesi buna örnek verilebilir. Buna ek olarak bir başka çalışmada, TT20km gibi başarılı bir mesafe tabanlı bisiklet TT performansının, rahatsız edici duyumlarla uğraşırken engelleyici kontrolünün katılımcının bilişsel yeteneği ile ilgili olduğu öne sürülmüştür (Martin ve ark., 2016; Franco-Alverenga ve ark., 2019). Çünkü bisikletçilerin, hızlarını en üst düzeye çıkarmak ve TT denemesini olabildiğince hızlı tamamlamak için egzersiz sırasında algılanan maliyet-ödül ilişkisini yeterince değerlendirmeleri gerektiği ve bunu bilişsel yetenekleri ile gerçekleştirebildikleri öne sürülmüştür. Belki de KAF, bisikletçilerin zamana karşı denemesinden önce, RVIP testinin neden olduğu bilişsel tükenmeyi önleyerek, PLA ile karşılaştırıldığında TT20km'yi “gelişmiş bir psikolojik durum” altında tamamlamalarına izin vermiş olabilir (Martin ve ark., 2016) ve gelişmiş bu psikolojik tepkilerin iyi düzey bir bisiklet performansı ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Azavedo ve ark., 2016). Bu sonuçlarla birlikte, aynı çalışmada katılımcıların daha düşük AZD/OG oranı ve daha yüksek duygusal değerlik, motivasyon ve duygusal uyarılma bildirdiği (Franco-Alverenga ve ark., 2019) düşünüldüğünde bilişsel yeteneklerin fiziksel performansı etkilediği; özellikle üst düzey sporcuların bilişsel anlamda kendilerini yönetebilmelerinin önemli olduğu çıkarımı yapılabilir.

İyi antrenmanlı bisikletçilerde, BY ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, fizyolojik yanıtlar üzerine zamana bağlı etkisi incelendiğinde, FEG testin 12 dakika

diliminden itibaren KAH değerini ve tüm zaman dilimlerinde LA değerini anlamlı düzeyde artırdığı; GLU değerini, yalnızca testin 8 dk diliminde anlamlı derecede azalttığı; AZD değerine anlamlı derecede etki etmediği tespit edilmiştir. Bisiklet performans parametrelerine etkisi incelendiğinde, OG değerine 8 dk diliminde, RG değerine 8 ve 12 dk dilimlerinde, KAD değerine 4, 16 ve 20 dk dilimlerinde istatistiksel anlamlı etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bisikletçilerin FEG test sırasında 4 dakikalık zaman dilimlerindeki NG değişimi incelendiğinde, sporcuların ortalama güç değerinin 16 dk dilimine kadar gittikçe azaldığı, 16-20 dk diliminde ise büyük bir atış gösterdiği; ayrıca ortalama NG değerlerinin en fazla kafein haftasında olduğu tespit edilmiştir. Günlük kafein miktarı arttığında FEG ve RG değeri artmakta, KAD_{maks} değeri azalmaktadır. Bisikletçilerin günlük kafein tüketim miktarına göre OG değeri incelendiğinde, günlük 500-750 mg kafein tüketen grupta tüm haftalarda en yüksek OG değerine ulaşılmıştır.

Mevcut çalışmada kafeinin etkisinin, OG çıktısı üzerinde tüm zaman dilimlerinde diğer haftalara göre daha yüksek olduğu, fakat 4 ve 8 dk arasındaki zaman diliminde kafeinin OG ve RG parametresine %13,5 artışla birlikte anlamlı etki ettiği ortaya konulmuştur. Çalışmanın bulgularına benzer olarak, antrenmanlı kadın kürekçiler üzerinde 6-9 mg/kg kafein tüketimi sonrasında, 2000 m kürek ergometresi performansında %1,3 iyileşme olduğu; özellikle testin ilk çeyreğindeki performans farkının oldukça yüksek bulunduğu (Anderson ve ark., 2000); diğer taraftan antrenmanlı erkek kürekçilerle yapılan, 6 mg/kg kafeinin 2000 m kürek ergometresi performansını da %1,2 oranında artırdığı bildirilmiştir (Bruce ve ark., 2000). Mevcut araştırmada 20 dakikalık FEG test boyunca her 4 dakikada bir kaydedilen ortalama güç ve rölatif güç değerinin, her haftada, ilk ve son 4 dakikanın en yüksek değerinde ve birbirine yakın olduğunun tespit edilmesiyle Anderson ve ark. (2000), kürekçilerle yaptıkları çalışma desteklenmiştir. Buna ek olarak, OG ve RG değerinin ilk 4 dakikadan sonra giderek azaldığı görülmüş ve özellikle 4 ile 8 dk arasındaki farkın en fazla olmasından dolayı 4-8 dk diliminde OG ve RG değerlerinin anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir. Buradan hareketle FEG testi zaman dilimlerine ayrıldığında ilk dakikalarda henüz yorgunluk oluşmadığından ve iyi antrenman seviyesindeki yüksek dayanıklılık rezervine sahip sporcuların son

dakikalarda sprinte yönelik yoğun efor sarfetmesiyle yüksek güç uygulamalarından dolayı, en fazla ortalama gücün testin ilk dakikalarında üretildiği savunulabilir. Burada sporcuların iyi seviyede antrenmanlı olmalarının önemli faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, katılımcıların antrenman seviyesi değiştikçe, FEG testi zaman dilimindeki ortalama güç gibi performans göstergelerinin dengesinin değişebileceği, iyi antrenmana sahip olmayan bireylerin özellikle testin sonuna doğru tükenebileceği, test boyunca tempoyu optimum düzeyde ayarlayamayacağı; bu nedenle FEG test gibi zor ve uzun süreli yoğun şiddetli testlerde katılımcıların özelliklerinin önemli olduğu düşünülmektedir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma ile 60 dakikalık BY uygulaması ve 400 mg kafein tüketiminin bisikletçilerde fonksiyonel eşik güç değeri ve fizyolojik yanıtlar üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, 60 dakika süre ile uygulanan Stroop uygulamasının ortalama güç ve fonksiyonel eşik güç değerini ve fizyolojik yanıtları etkilemediği ortaya konmuştur. Bu sonuçla birlikte “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, fonksiyonel eşik güç, ortalama güç, rölatif güç ve kadansı anlamlı derecede azaltır” denencesi kabul edilmemiştir. Buna karşın “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki kalp atım hızına etki etmez” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki glukoz değerine etki etmez” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki algılanan zorluk değerini anlamlı derecede artırır” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, FEG test sırasındaki laktat seviyesini anlamlı derecede artırır” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, dinlenimdeki ve egzersiz sonrasındaki kapiller laktat ve glukoz değerini anlamlı derecede artırır” denenceleri kısmi olarak kabul edilmiştir.

Bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, fonksiyonel eşik güç, ortalama güç değerini ve fizyolojik yanıtlardan laktat düzeyini artırdığı, diğer yanıtları ve kadans parametresini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlarla birlikte “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki laktat seviyesini anlamlı derecede artırır” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki glukoz seviyesini değiştirmez” hipotezleri kabul edilmiştir. Buna karşın “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, fonksiyonel eşik güç (ortalama güç), rölatif güç ve kadansı anlamlı derecede artırır” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki kalp atım hızını anlamlı derecede artırır” ve “İyi antrenmanlı

erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kafein tüketimi, dinlenimdeki ve egzersiz sonrasındaki kapiller laktat ve glukoz değerini anlamlı derecede artırır” hipotezleri kısmen kabul edilmiştir. Diğer yandan “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, FEG test sırasındaki algılanan zorluk değerini anlamlı derecede azaltır” hipotezi kabul edilmemiştir.

Bilişsel yorgunluk oluşturulan bisikletçilerde psikometrik değerlendirmelerde yalnızca 4BYL ölçeği ön test değerlendirme sonucunda anlamlı fark görülmüşken, diğer tüm değerlendirmelerde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Bu sonuç doğrultusunda “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, dört boyutlu yakınma puanına etki etmez” hipotezi kısmen kabul edilmiştir. Buna karşın “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde bilişsel yorgunluk oluşumu, görsel analog skala puanına etki etmez” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluk oluşumu, BRUMS puanına etki etmez” hipotezleri kabul edilmiştir.

İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, BY sonrası 400 mg kapsül kafein tüketimi, bilişsel yorgunluk ölçümüne yönelik öznel değerlendirmelerden biri olan, NASA-TLX değerini anlamlı düzeyde artırmışken, 4BYL, BRUNEL ve GAS değerleri üzerine etki etmemiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, BY ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, dört boyutlu yakınma puanı üzerine etki etmez” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, BY ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, görsel analog skala puanı üzerine etki etmez” ve “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, BY ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, BRUMS puanı üzerine etki etmez” hipotezleri kabul edilmiştir. Buna karşın “İyi antrenmanlı erkek bisikletçilerde, BY ile birlikte 400 mg kapsül kafein tüketimi, NASA-TLX puanını anlamlı derecede azaltır” hipotezi kabul edilmemiştir.

Bisiklet branşı gibi dayanıklılık sporu ile uğraşan, müsabaka düzeyinde spor yapan ve okul, iş ritüeli ile birlikte üst düzey sporu sürdürmeye devam etmek zorunda olan tüm sporcu ve antrenörler bu araştırmanın sonuçlarından faydalanabilirler; ancak her sporcunun, hem genetik hem de kişilik özellikleri farklı olduğundan uygulamalar her bireyde farklı sonuçlar gösterebilir. Çalışmada BY uygulaması ve kafein tüketimi sonucunda fizyolojik ve psikolojik birçok faktör irdelenmiştir ve bu çalışma sonuçları, özellikle Türkiye, Avrupa, Dünya şampiyonası gibi üst düzey müsabakalara hazırlanan bireylerin gündelik yaşamlarındaki bilişsel yüklerin bertaraf edilmesi konusunda fayda sağlayabilir.

Sporcuların günlük yaşamlarındaki okul, iş vb sorumlulukların süresi oldukça uzundur. Mevcut çalışmada uygulanabilirlik açısından 60 dakika süre ile kaydedilen Stroop uygulaması yerine gündelik uygulamalar; ders çalışma, matematik problemi, iş yükü vb gibi uygulamalar ile daha uzun bilişsel iş yükü etkisinin ortaya konulması daha net sonuçlar sağlayabilir.

Bilişsel yorgunluk ve bisikletçilerdeki sportif performans arasındaki ilişki, farklı bilişsel yorgunluk uygulamaları ile tekrar değerlendirilebilir. 60 dk lık Stroop testinin performans etkisinin olmadığı; ancak Go No Go, RVIP gibi farklı uygulamalar sonrasında sonuçlar değişiklik gösterebilir. Konuyla ilgili daha net sonuçlar elde edilebilmesi için gelecekte farklı test denemelerinin sonuçlarının irdelenmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışmalarda 30, 60, 90 dakikalık BY uygulamasının dahi müsabaka düzeyinde spor yapanlarda etkili olmadığı görülmektedir ve sonuçta BY uygulamasının tek başına yeterli olmadığı, katılımcı seviyesi, yaşı vb gibi özelliklerin de göz önünde tutulmasının sonuçları değiştirebileceği düşünülmektedir. Bireylerin spor yapma düzeylerinin, mevcut hedef ile doğru orantılı olarak değiştiği düşünülürse, diğer deyişle büyük hedeflere sahip üst düzey sporcuların hedefe kilitlendiği; hem mental hem fizyolojik olarak sporcuların yalnızca daha iyi olma yönünde bir psikolojide olduğu düşünüldüğünde elit seviye ve rekreatif amaçlı spor yapanlarda sonuçların farklı olabileceği; bu nedenle yapılacak olan araştırmalarda

katılımcı profilinin; spor yaşı, genetik yaş, cinsiyet vb amaca yönelik olarak belirlenmesinin farklı sonuçlar getireceğinden, katılımcı profilinin önemli olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda sonraki çalışmalarda, amatör sporcular, kadın sporcular, genç sporcular, master sporcular için ayrıca araştırma yapılmalıdır.

BY uygulaması sonrasında uzun süreli performanstaki azalmanın nedeninin AZD de görülen artış sebebi ile olduğu düşünülmekte ve bununla ilgili fizyolojik mekanizmanın beyinde gözlenen nörotransmitterlerdeki değişiklikler sonucu olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle BY etkisinin gözlemleneceği araştırmalarda sportif performansla birlikte beyin aktivitelerinin de gözlemlenmesi ve ilişkilendirilmesi araştırma sonuçlarını daha fazla destekleyecektir.

Dayanıklılık performansına olumlu etkisi olan karbonhidrat tüketiminin kafeine ek olarak alınması, bisiklet ve dayanıklılık performansına olumlu etki ettiği görülmüştür. Kafein tüketiminin, antrenmanlarda ve yarışmalarda, spor performansı uzun süre ile maksimal düzeyde tutabilmek için tüketilebileceği ve gelecekteki çalışmalarda kafeine ek olarak karbonhidrat tüketiminin sonuçlarının araştırılması önerilmektedir.

Kafein kapsüle ek olarak kafeinli kahve tüketiminin de dayanıklılık performansını artırabileceği görülmüştür. İyi antrenmanlı, üst düzey yarışmalara hazırlanan sporcularda güçte %1 oranında bir artışın bile oldukça önemli olduğu, %5'ten daha yüksek oranların altın değerinde olacağı düşünülürse, bisiklet sporcularında, ileride kapsül kafeine ek olarak kafeinli kahve tüketiminin dayanıklılık performansına etkisi ayrıca araştırılmalıdır.

Literatürdeki çalışmalar sonucunda, orta doz kafein tüketiminin orta mesafe koşu performansını artırdığı, sprint performansına da olumlu yönde etki ettiği görülmüştür. Mevcut araştırmada da BY oluşturulan katılımcılarda tüketilen kafeinin, maksimum gücü ve uzun süreli maksimal efor sonrası ortaya konulan sprint gücünü artırabileceği ortaya konulmuştur; ancak bisikletin patlayıcı güce yönelik

disiplinleri için çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle BY ile birlikte kafein tüketiminin sprint performansına etkisi ayrıca araştırılmalıdır.



ÖZET

Bisikletçilerde Bilişsel Yorgunluğun ve Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte Kafein Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç ve Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

BY ve kafein tüketiminin sportif performans üzerine etkileri yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmuşken, iyi antrenmanlı bisikletçilerde BY ve BY ile birlikte kafein tüketiminin bisiklet performansı ve fizyolojik yanıtlar üzerine etkisi henüz çalışılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, düzenli ve iyi seviyede antrenman yapan erkek bisikletçilerde, bilişsel yorgunluğun (BY) ve bilişsel yorgunluk sonrasında alınan 400 mg kafein alımının bisiklet sporunda dayanıklılık performansının göstergesi olan fonksiyonel eşik güç (FEG) üzerindeki etkisinin ve FEG testi sırasında fizyolojik yanıtların incelenmesidir. Araştırmaya Türkiye Bisiklet Federasyonu lisansına sahip, haftalık düzenli şekilde en az 250 km mesafe kat eden ve haftanın en az 5 günü, 12 saat antrenman yapan iyi antrenmanlı 12 erkek sporcu katılmıştır. Sporcular kontrol, deney, kafein ve plasebo olmak üzere, laboratuvara toplam 4 ziyaret gerçekleştirmişlerdir. Katılımcıların her ziyaretinde dinlenik kalp atım hızı (KAH_{din}), sistolik kan basıncı (SKB) ve diastolik kan basıncı (DKB) değerlendirilmiş, dört boyutlu yakınma listesi (4BYL) ölçeği ve anlık duygu durumunu ölçmek amacıyla görsel analog skala (GAS) ölçeği uygulanmıştır. Ölçekler sonrasında test protokolüne ısınma protokolü ile başlanmış, sonrasında fonksiyonel eşik güç (FEG) testi yapılmıştır. FEG test sonrasında, yine sporcuların anlık duygu durumunu ölçmek amacıyla 4BYL ve GAS ölçeği, son olarak da BRUNEL ölçeği uygulanmıştır. BY haftasında sporculara, sakin, sessiz bir ortamda 60 dk bilişsel test “Stroop” uygulanmış; sonrasında sporcuların bilişsel yorgunluk seviyesini öznel olarak ölçmek amacıyla NASA-TLX ölçeği uygulanmıştır. Kafein ve plasebo haftasında, ana testten 45-60 dk öncesinde sporculara 2 adet ($2 \times 200 = 400$ mg) kafein kapsülü verilmiş ve ardından tüm prosedürler ilk ziyaretteki sırayla uygulanmıştır. Tüm veriler SPSS istatistiksel analiz programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın tanımlayıcı istatistiklerinden kategorik değişkenler frekans ve yüzde olarak, sürekli değişkenler ise aritmetik ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. BY etkisini ölçmek için, verilerin örneklem üzerinde normal dağılımı durumunda “Paired Sample t test”; normal dağılım göstermemesi durumunda “Wilcoxon Sıralı İşaret testi” kullanılmıştır. BY uygulanan haftalarda kafein etkisini ölçmek için, verilerin örneklem üzerinde normal dağılımı durumunda “Tekrarlı Ölçümlerde Farkın Anlamlılık testi (Repeated Measures ANOVA)” kullanılmış, anlamlı fark olduğunda farkın hangi gruptan kaynaklandığı ise “Bonferroni” post-hoc testi ile belirlenmiştir. Verilerin normal dağılıma sahip olmadığı durumlarda “Friedman testi” ile anlamlı farkın olup olmadığı tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Stroop test ile BY uygulamasının bisiklet performans parametreleri; FEG, OG, RG, KAD ve fizyolojik yanıtlardan; KAH , AZD , GLU , LA , SKB_{din} , SKB_{son} , DKB_{din} , DKB_{son} , $LA_{ön}$, LA_{son} ve $GLU_{ön}$ üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı; ancak GLU_{son} değerini anlamlı derecede azalttığı tespit edilmiştir. BY ile birlikte 400 mg kafein tüketiminin, bisiklet performans parametreleri; FEG, OG, RG ve fizyolojik yanıtlardan test sırasında ve test sonrasında LA üzerine anlamlı etkisinin olduğu; diğer taraftan KAD , KAH , GLU , AZD , SKB_{din} , SKB_{son} , DKB_{din} , DKB_{son} , $LA_{ön}$, $GLU_{ön}$ ve GLU_{son} üzerine etki etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bilişsel Yorgunluk, Bisikletçi, Fizyolojik Yanıt, Fonksiyonel Güç, Kafein.

SUMMARY

Effect of Mental Fatigue and Caffeine Ingestion along with Mental Fatigue on Functional Threshold Power and Physiological Responses in Cyclists

While the effects of mental fatigue (MF) and caffeine consumption on sportive performance have been demonstrated by many studies, the effect of caffeine consumption on cycling performance and physiological responses in well-trained cyclists has not been studied yet. The aim of this study is to examine the effects of MF and 400 mg caffeine intake after MF on "Functional Threshold Power" (FTP) and physiological responses during the FTP test which is an indicator of endurance performance in cycling on male cyclists who train regularly. Twelve well-trained male road cyclists, who have the license of the Turkish Cycling Federation, train at least 250 km, 12 hours and 5 days a week, participated in the research. Cyclists had a total of 4 visits to the laboratory: control, experiment, caffeine and placebo. Resting heart rate, systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) were evaluated at each visit of the participants, and a "Four-Dimensional Symptom Questionnaire (4DSQ)" and a "Visual Analog Scale (VAS)" were applied to measure instantaneous mood. After the scales, the test protocol was started with the warm-up protocol and then the FTP test was performed. After the FTP test, the 4DSQ and VAS and finally the BRUNEL scale were applied to measure the instant emotional state of the athletes. During the MF week, the athletes were administered the cognitive test "Stroop" for 60 minutes in a calm and quiet environment. Afterwards, the NASA-TLX scale was applied to subjectively measure the mental fatigue level of the athletes. During the week of caffeine and placebo, two (2*200= 400 mg) caffeine capsules were given to the athletes 45-60 minutes before the main test, and then all procedures were performed in the same order as in the first visit. All data were analyzed using the SPSS statistical analysis program. Categorical variables from the descriptive statistics of the study were presented as frequency and percentage, and continuous variables were presented as arithmetic mean and standard deviation. "Paired Sample t test" in case the data is normally distributed and "Wilcoxon Signed Ranks test" in case the data is not normally distribution was used. In order to measure the effect of caffeine in the weeks in which MF was applied, "Repeated Measures ANOVA" was used if the data were normally distributed and when there was a significant difference, the "Bonferroni" post-hoc test was used to determine which group the difference originated from. In cases where the data did not have a normal distribution, it was determined whether there was a significant difference with the "Friedman test". In statistical analysis, the level of significance was accepted as $p < 0.05$. Results of MF application with Stroop test, there was no significant effect on cycling performance parameters; FTP, average power (AP), relative power (RP), cadance (CAD) and physiological responses; heart rate (HR), rating of perceived exertion (RPE), glucose (GLU), lactate (LA), systolic blood pressure recovery (SBP_{rec}), systolic blood pressure last (SBP_{last}), diastolic blood pressure recovery (DBP_{rec}), diastolic blood pressure last (DBP_{last}), lactate previous (LA_{pre}), lactate last (LA_{last}) and glucose previous (GLU_{pre}); however, it was found that it significantly reduced the GLU_{last} value. Results of 400 mg caffeine consumption with MF, cycling performance parameters; FTP, AP, RP and physiological responses; LA, from physiological responses during and after the test, had a significant effect. On the other hand, it was concluded that it did not affect CAD, HR, GLU, RPE, SBP_{rec} , SBP_{last} , DBP_{rec} , DBP_{last} , LA_{pre} , GLU_{pre} and GLU_{last} .

Keywords: Mental Fatigue, Cyclist, Functional Threshold, Physiological Response, Caffeine.

KAYNAKLAR

- ABBISS CR, LAURSEN PB (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Med*, **38**(3):239–252.
- ABBISS CR, LEVIN G, MCGUIGAN MR, LAURSEN PB (2008). Reliability of power output during dynamic cycling. *Int J Sports Med.*, **29**(7):574-578.
- ADAMS OP (2013). The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, **6**:113.
- AHREND MD, SCHNEEWEISS P, MARTUS P, NIESS AM, KRAUSS I (2018). Predictive ability of a comprehensive incremental test in mountain bike marathon. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, (e000293): 1-8. doi:10.1136/ bmjsem-2017-000293
- AKA H, AKARÇEŞME C, ALTUNDAG E, SOYLU Ç (2020). Elit voleybolcuların antrenman içsel yük algılanan zorluk derecesi ve zindelik durumlarının takibi. *Aksaray University Journal of Sport and Health Researches*, **1**(1):54-64.
- AKCA F, ARAS D, ARSLAN E (2018). Kafein, etki mekanizmaları ve fiziksel performansa etkileri. *Spormetre*, **16**:1-12.
- ALBERSNAGEL FA (1988). Velten and music mood induction procedures: A comparison with accessibility of thought associations. *Behavioral Research and Theory*, **26**:79-96.
- ALLEN H, COGGAN AR (2010). Power-based Training: Where to Begin. Training and Racing With a Power Meter. Boulder. Velo Press, s.:39-52.
- ALLEN H, COGGAN AR, MCGREGOR S (2019). Training and Racing with a Power Meter. VeloPress.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2013). ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual. Lippincott Williams & Wilkins.
- ANDERSON ME, BRUCE CR, FRASER SF, STEPTO NK, KLEIN R, HOPKINS WG, HAWLEY JA (2000). Improved 2000-meter rowing performance in competitive oarswomen after caffeine ingestion. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, **10**(4):464-475.
- ARAS D, YİĞİT S, KAYAM S, ARSLAN E, AKÇA F (2020). Bilişsel yorgunluğun egzersiz ve spor performansına etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **18**(1):1-32.

- ARGENTIN S, HAUSSWIRTH C, BERNARD T, BIEUZEN F, LEVEQUE JM, COUTURIER A, LEPERS R (2006). Relation between preferred and optimal cadences during two hours of cycling in triathletes. *Br J Sports Med*, **40**(4):293-298.
- ASTRUP A, TOUBRO S, CANNON S, HEIN P, BREUM L, MADSEN J (1990). Caffeine: A double-blind, placebo-controlled study of its thermogenic, metabolic, and cardiovascular effects in healthy volunteers. *Am J Clin Nutr*, **51**(5):759-767.
- ATKINSON G, DAVISON R, JEUKENDRUP AE, PASSFIELD L (2003). Science and cycling: Current knowledge and future directions for research. *J Sports Sci*, **21**(9):767-787.
- AYDIN A, ARAZ A, ASAN A (2011). Görsel analog ölçeği ve duygu kafesi: Kültürümüze uyarlama çalışması. *Türk Psikoloji Yazıları*, **14**(27):1-13.
- AZEVEDO R, SILVA-CAVALCANTE MD, GUALANO B, LIMA-SILVA AE, BERTUZZI R (2016). Effects of caffeine ingestion on endurance performance in mentally fatigued individuals. *Eur J Appl Physiol*, **116**, 2293-2303.
- BALMER J, DAVISON RC, BIRD SR (2000a). Peak power predicts performance power during an outdoor 16.1-km cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc*, **32**(8):1485-90.
- BALTZOPOULOS V, GLEESON NP (2001). Neuromuscular aspects of movement. ESTON R, REILLY T (Ed.), *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual. Tests, Procedures and Data* (2. Baskı). Exercise Physiology. Roudledge. s.:1.
- BARON R (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of off-road cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, **33**(8):1387-1393.
- BARRIOS L, OLDRATI, P, SANTINI S, LUTTEROTTI, A (2019). Evaluating the accuracy of heart rate sensors based on photoplethysmography for in-the-wild analysis. *Proceedings of the 13th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (s. 251-261).
- BAYRAKTAR F, TAŞKIRAN A (2019). Kafein tüketimi ve atletik performans. *Journal of Health and Sport Sciences*, **2**(2):24-33.
- BEAUMONT R, CORDERY P, FUNNELL M, MEARS S, JAMES L, WATSON P (2017). Chronic ingestion of a low dose of caffeine induces tolerance to the performance benefits of caffeine. *Journal of Sports Sciences*, **35**:1920-1927.
- BELL DG, MCLELLAN TM (2002). Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. *Journal of Applied Physiology*, **93**:1227-1234.
- BENEKE R (1995). Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. *Med Sci Sports Exerc*, **27**(6):863-867.

- BENEKE R (2003). Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol*, **89**(1):95–99.
- BENEKE R VON DUVILLARD SP (1996). Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Med Sci Sports Exerc*, **28**(2):241–246
- BENTLEY DJ, MCNAUGHTON LR, THOMPSON D, VLECK VE, BATTERHAM AM (2001b). Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, **33**(12):2077–2081.
- BILLAT VL, SLAWINSKI J, DANIEL M, KORALSZTEIN JP (2001). Effect of free versus constant pace on performance and oxygen kinetics in running. *Med Sci Sports Exerc*, **33**(12):2082–2088.
- BOKSEM MAS, MEIJMAN TF, LORIST MM (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, **72**(2):123-132.
- BOKSEM MAS, TOPS M (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews* **59**(1):125-139.
- BORG, G (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*.
- BORG, G (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **14**(5):377-381.
- BORSZCZ F, TRAMONTIN A, BOSSI A, CARMINATTI L, COSTA V (2018). Functional threshold power in cyclists: Validity of the concept and physiological responses. *International Journal of Sports Medicine*, **39**(10):737-742.
- BORSZCZ FK, TRAMONTIN AF, COSTA VP (2019). Is the functional threshold power interchangeable with the maximal lactate steady state in trained cyclists?. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **14**(8):1029-1035.
- BORTOLOTTI H, ALTIMARI LR, VITOR-COSTA M, CYRINO ES (2014). Performance during a 20-km cycling time-trial after caffeine ingestion. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, **11**(1):1-7.
- BOTELLA J, SARABIA JM, GUILLÉN S, LÓPEZ-GRUESO R, HÄKKINEN K, SABIDO R (2016). Addition of strength training to off-roadcyclists training. A pilot study. *J Sci Cycling*, **5**(3):3-10.
- BOUILLON A, PINOT J, SOTO-ROMERO G, BERTUCCI W, GRAPPE F (2017). Validity, sensitivity, reproducibility and robustness of the powertap, stages and Garmin vector power meters in comparison with the SRM Device. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **12**(8):1023-1030. doi:10.1123/ijssp.2016-0436

- BOYRAZ ÖC (2018). Pliometrik antrenmanın elit dağ bisikletçilerinde anaerobik performans ve maksimal kuvvete etkisi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- BRIDGE CA, JONES MA (2006). The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting. *J. Sports Sci.* **24**:433–439. doi:10.1080/02640410500231496
- BROWN SP, CLEMONS JM, HE Q, LIU SU (1994). Effects of resistance exercise and cycling on recovery blood pressure. *Journal of Sports Sciences*, **12**(5):463-468.
- BROWNSBERGER J, EDWARDS A, CROWTHER R, COTTRELL D (2013). Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *Int J Sports Med*, **34**(12):1029-1036.
- BRUCE CR, ANDERSON ME, FRASER SF, STEPTO NK, KLEIN R, HOPKINS WG, HAWLEY JA (2000). Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **32**(11):1958-1963.
- BUCCI L (2020). Nutrients as Ergogenic aids for Sports and Exercise. CRC Press, Taylor Francis Group.
- BULLAS AM (2017). *The importance of complex anthropometrics in the assessment of cyclists*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Sheffield Hallam University, United Kingdom.
- BURGESS ML, ROBERTSON RJ, DAVIS JM, NORRIS JM (1991). RPE, blood glucose, and carbohydrate oxidation during exercise: Effects of glucose feedings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **23**(3):353-359.
- BURKE LM (2008). Caffeine and sports performance. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, **33**(6):1319-1334. doi:10.1139/H08-130
- BURKE LM (2017). Practical issues in evidence-based use of performance supplements: Supplement interactions, repeated use and individual responses. *Sports Medicine*, **47**:79-100.
- CARTER CS, BRAVER TS, BARCH DM, BOTVINIK MM, NOLL D, COHEN CD (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*, **280**(5364):747-749.
- CERQUEIRA V, DE MENDONÇA A, MINEZ A, DIAS AR, DE CARVALHO M (2006). Does caffeine modify corticomotor excitability?. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, **36**(4):219-226.
- CHAPMAN AR, VICENZINO B, BLANCH P, HODGES PW (2008). Patterns of leg muscle recruitment vary between novice and highly trained cyclists. *J Electromyogr Kinesiol*, **18**(3):359-371.

- CHAUDHURI A, BEHAN PO (2004). Fatigue in neurological disorders. *Lancet*, **363**(9413):978-988.
- CHAVARREN J & CALBET JA (1999). Cycling efficiency and pedalling frequency in road cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **80**(6):555–563.
- CHESTER N, WOJEK N (2008). Caffeine consumption amongst British athletes following changes to the 2004 WADA prohibited list. *Int. J. Sports Med.*, **29**(6):524-528. doi:10.1055/s-2007- 989231
- CHEUNG SS, ZABALA M (Ed.) (2017). *Cycling Science*. Human Kinetics.
- CLARKE ND, KIRWAN NA, RICHARDSON, DL (2019). Coffee ingestion improves 5 km cycling performance in men and women by a similar magnitude. *Nutrients*, **11**(11):2575.
- COAST JR, WELCH HG (1985). Linear increase in optimal pedal rate with increased power output in cycle ergometry. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **53**(4):339–342.
- COHEN J (1992). Quantitative methods in psychology: A power primer. In *Psychological Bulletin*.
- COLLOMP K, AHMAIDI S, CHATARD JC, AUDRAN M, PREFAUT C (1992). Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, **64**(4):377-380.
- COLLOMP K, ANSELME F, AUDRAN M, GAY JP, CHANAL JL, PREFAUT C (1991). Effects of moderate exercise on the pharmacokinetics of caffeine. *Eur. J. Clin. Pharmacol.*, **40**(3):279-282.
- CORDERY P, PEIRCE N, MAUGHAN RJ, WATSON P (2017). Dopamine/noradrenaline reuptake inhibition in women improves endurance exercise performance in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **27**(11):1221-1230.
- CORIGLIANO G, IAZZETTA N, CORIGLIANO M, STROLLO F (2006). Blood glucose changes in diabetic children and adolescents engaged in most common sports activities. *Acta Biomed*, **77**(Suppl 1):26-33.
- COSTILL DL, DALSKY GP, FINK WJ (1978). Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med. Sci. Sports*, **10**(3):155-158.
- COX GR, DESBROW B, MONTGOMERY PG, ANDERSON ME, BRUCE CR, MACRIDES TA, . . . BURKE LM (2002). Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J Appl Physiol* **93**(3):990-999. doi:10.1152/jappphysiol.00249.2002

- COYLE EF (2005). Improved muscular efficiency displayed as Tour de France champion matures. *J Appl Physiol*, **98**(6):2191–2196.
- COYLE EF, FELTNER ME, KAUTZ SA, HAMILTON MT, MONTAIN SJ, BAYLOR AM vd. (1991). Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*, **23**(1):93-107.
- CURETON KJ, WARREN GL, MILLARD-STAFFORD ML, WINGO JE, TRILK J, BUYCKX M (2007). Caffeinated sports drink: Ergogenic effects and possible mechanisms. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **17**:35–55.
- ÇAKIROĞLU AA (2016). Brunel ruh hali ölçeğinin yetişkin sporcularda geçerlik-güvenirlik çalışması (Türkçe uyarlaması). (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- DANTZER R, HEIJNEN CJ, KAVELAARS A, LAYE S, CAPURON L (2014). The neuroimmune basis of fatigue. *Trends Neurosci*, **37**, 39-46.
- DAVIS HA, BASSETT J, HUGHES P, GASS GC (1983). Anaerobic threshold and lactate turnpoint. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **50**(3):383-392.
- DE GROOT G, WELBERGEN E, CLUSEN L, CLARUS J, CABRI J, ANTONIS J (2007). Power, muscular work, and external forces in cycling. *Ergonomics*, **37**(1):31-42.
- DE MORREE HM, KLEIN C, MARCORA SM (2012). Perception of effort reflects central motor command during movement execution. *Psychophysiology*, **49**(9):1242-1253.
- DE PAULIS T, SCHMIDT DE, BRUCHEY AK, KIRBY MT, MCDONALD MP, COMMERS P, MARTIN, PR (2002). Dicinnamoylquinides in roasted coffee inhibit the human adenosine transporter. *Eur. J. Pharmacol.*, **442**(3):215-223.
- DEMURA S, YAMADA T, TERASAWA N (2007). Effect of coffee ingestion on physiological responses and ratings of perceived exertion during submaximal endurance exercise. *Percept. Mot. Skills*, **105**(3):1109-1116. doi:10.2466/pms.105.4.1109-1116
- DESBROW B, BIDDULPH C, DEVLIN B, GRANT GD, ANOOPKUMAR-DUKIE S, LEVERITT MD (2012). The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. *Journal of Sports Sciences*, **30**(2):115-120.
- DESMOND P, HANCOCK P (2001). Active and passive fatigue states, in Stress, workload, and fatigue, Hancock P (Ed.), Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- DUNDAR U (2017). Yüklenme ve Uyum (Bölüm 4). DUNDAR U (Ed.), *Antrenman Teorisi* (10. Baskı). Nobel Yayıncılık. s: 107.

- EARNEST CP, FOSTER C, HOYOS J, MUNIESA CA, SANTALLA A, LUCIA A (2009). Time trial exertion traits of cycling's Grand Tours. *Int J Sports Med*, **30**(4):240-244.
- EL SAYED MS, GEORGE KP, DYSON K (1993a). The influence of blood sampling site on lactate concentration during submaximal exercise at 4 mmol.l⁻¹ lactate level. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **67**(6):518-522.
- EL SAYED MS, GEORGE KP, WILKINSON D, MULLAN N, FENOGLIO R, FLANNIGAN J (1993b). Fingertip and venous blood lactate concentration in response to graded treadmill exercise. *J Sports Sci*, **11**(2):139-143.
- ELMENHORST D, ELMENHORST EM, HENNECKE E, KROLL T, MATUSCH A, AESCHBACH D, BAUER A (2017). Recovery sleep after extended wakefulness restores elevated A1 adenosine receptor availability in the human brain. *Proc Natl Acad Sci USA*, **114**(16):4243-4238.
- FAIRCLOUGH SH, HOUSTON K (2004). A metabolic measure of mental effort. *Biological Psychology*, **66**(2):177-190.
- FARIA EW, PARKER DL, FARIA IE (2005). The science of cycling: Physiology and training – Part 1. *Sports Med*, **35**(4):285-312.
- FARIA IE, SJOGAARD G, BONDE-PETERSON F (1982). Oxygen cost during different pedaling speeds for constant power outputs. *J Sports Med Phys Fitness*; **22**:295-299.
- FELIU J, VENTURA JL, SEGURA R, RODAS G, RIERA J, ESTRUCH A vd. (1999). Differences between lactate concentration of samples from ear lobe and the finger tip. *J Physiol Biochem*, **55**(4):333-339.
- FILIPAS L, MOTTOLA F, TAGLIABUE G, LA TORRE A (2018). The effect of mentally demanding cognitive tasks on rowing performance in young athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, **39**:52-62.
- FIRTH MS (1981). A sport-specific training and testing device for racing cyclists. *Ergonomics*, **24**(7):565-571.
- FOSS Ø, HALLÉN J (2004). The most economical cadence increases with increasing workload. *Eur J Appl Physiol*, **92**(4-5):443-451.
- FOSS Ø, HALLÉN J (2005). Cadence and performance in elite cyclists. *Eur J Appl Physiol*, **93**(4):453-462
- FOX E, BOWERS R. FOSS M (1993). *The Physiological Basis for Exercise and Sport* Dubuque. WCB Brown & Benekmark Publishers.

- FOXDAL P, SJODIN B, SJODIN A (1996). Comparison of blood lactate concentrations obtained during incremental and constant intensity exercise. *Int J Sports Med*, **17**(5):360–365.
- FOXDAL P, SJODIN B, SJODIN A, OSTMAN B (1994). The validity and accuracy of blood lactate measurements for prediction of maximal endurance running capacity. Dependency of analyzed blood media in combination with different designs of the exercise test. *Int J Sports Med*, **15**(2):89–95.
- FRANCO-ALVARENGA PE, BRIETZKE C, CANESTRI R, GOETHEL MF, HETTINGA F, SANTOS TM, PIRES FO (2019). Caffeine improved cycling trial performance in mentally fatigued cyclists, regardless of alterations in prefrontal cortex activation. *Physiology & Behavior*, **204**:41-48.
- FREDHOLM BB (1995). Adenosine, adenosine receptors and the actions of caffeine. *Pharmacology & Toxicology*, **76**(2):93-101.
- FREDHOLM BB (2011). Notes on the history of caffeine use. *Handbook of Experimental Pharmacology*, **200**:1-9.
- FRIEL J (2003). The Cyclist's Training Bible. 3. Bask1. VeloPress.
- FRIEL J (2012). The Powermeter Handbook: A User's Guide for Cyclist and Triathletes. VeloPress.
- GAESSER GA, BROOKS GA (1975). Muscular efficiency during steady-rate exercise: Effects of speed and work rate. *J Appl Physiol*, **38**(6):1132–1139.
- GAILLIOT MT, BAUMEISTER RF, DEWALL CN, MANER JK, PLANT EA, TICE DM, SCHMEICHEL BJ (2007). Self-control relies on glucose as a limited energy source: Willpower is more than a metaphor. *Journal of Personality and Social Psychology*, **92**(2):325.
- GANTOIS P, CAPUTO FERREIRA ME, LIMA-JUNIOR DD, NAKAMURA FY, BATISTA GR, FONSECA FS, FORTES LDS (2020). Effects of mental fatigue on passing decision-making performance in professional soccer athletes. *European Journal of Sport Science*, **20**(4):534-543.
- GARDNER AS, STEPHENS S, MARTIN DT, LAWTON E, LEE H, JENKINS D (2004). Accuracy of SRM and Power Tap power monitoring systems for bicycling. *Med Sci Sports Exerc.* **36**(7):1252-1258.
- GARNEVALE TG, GAESSER GA (1991) Effects of pedaling speed on power-duration relationship for high-intensity exercise. **23**:242-6 89.
- GARTHE I, MAUGHAN RJ (2018). Athletes and supplements: Prevalence and perspectives. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **28**:126-138.

- GAVIN TP, VAN METER JB, BROPHY PM, DUBIS GS, POTTS KN, HICKNER RC (2012). Comparison of a field-based test to estimate functional threshold power and power output at lactate threshold. *The Journal of Strength & Conditioning Research* **26**(2):416-421.
- GIULIO CD, DANIELE F, TIPTON CM (2006). Angelo Mosso and muscular fatigue: 116 years after the first Congress of Physiologists: IUPS commemoration. *Advances in Physiology Education* **30**(2):51-57.
- GRAHAM TE, HELGE JW, MACLEAN DA, KIENS B, RICHTER EA (2000). Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. *The Journal of Physiology*, **529**(3):837.
- GRAHAM TE, HIBBERT E, SATHASIVAM P (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *J Appl Physiol*, **85**(3):883-889. doi:10.1152/jappl.1998.85.3.883
- GRAHAM TE, SPRIET LL (1991). Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *J Appl Physiol* **71**(6):2292-2298. doi:10.1152/jappl.1991.71.6.2292
- GREEN JM, MCLESTER JR, CREWS TR, WICKWIRE PJ, PRITCHETT RC, LOMAX RG (2006). RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **38**(1):167-172.
- GREEN JM, MCLESTER JR, CREWS TR, WICKWIRE PJ, PRITCHETT RC, REDDEN A (2005). RPE-lactate dissociation during extended cycling. *European Journal of Applied Physiology*, **94**(1):145-150.
- GREENBERG C, JURCZAK MJ, DANOS AM, BRADY MJ (2006). Glycogen branches out: New perspectives on the role of glycogen metabolism in the integration of metabolic pathways. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, **291**:E1–E8.
- GREER F, MCLEAN C, GRAHAM TE (1998). Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *J Appl Physiol*, **85**(4):1502-1508. doi:10.1152/jappl.1998.85.4.1502
- GREGOR RJ, CONCONI F (2008). *Handbook of Sports Medicine and Science, Road Cycling*. Blackwell Science.
- GREGORY J, JOHNS DP, WALLS JT (2007). Relative vs. absolute physiological measures as predictors of mountain bike cross-country race performance. *J Strength Cond Res*, **21**(1):17-22.
- GRGIC J, GRGIC I, PICKERING C, SCHOENFELD BJ, BISHOP DJ, PEDISIC Z (2020). Wake up and smell the coffee: Caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. *British Journal of Sports Medicine*, **54**(11):681-688.

- GUELI D, SHEPHARD RJ (1976) Pedal frequency in bicycle ergometry. *Can J Appl Sport Sci*; **1**:137-141.
- GUEST NS, VANDUSSELDROP TA, NELSON MT, GRGIC J, SCHOENFELD BJ, JENKINS NDM, ARENT SM, ANTONIO J, STOUT JR, TREXLER ET, SMITH-RYAN AE, GOLDSTEIN ER, KALMAN DS, CAMPBELL BI (2021). International society of sport nutrition position stand: Caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, **18**:1.
- GÜNEY M, TAMER K., CİCİOĞLU H, ŞİKTAR E (2017). Spor fizyolojisi ve performans ölçüm testleri. Gazi Kitabevi.
- HAGBERG J, MULLIN JP, GIESE MD vd. (1981). Effect of pedaling rate on submaximal exercise responses of competitive cyclists. *J Appl Physiol* **51**:447-451.
- HART SG (2006). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual* **50**(9):904-908).
- HEAD JR, TENAN MS, TWEDELL AJ, PRICE TF, LAFIANDRA ME, HELTON WS (2016). Cognitive fatigue influences time-on-task during bodyweight resistance training exercise. *Frontiers in Physiology*, **7**:373.
- HEBART MN, GLÄSCHER J (2015). Serotonin and dopamine differentially affect appetitive and aversive general Pavlovian-to-instrumental transfer. *Psychopharmacology*, **232**:437-451.
- HECK H, MADER A, HESS G, MUCKE S, MULLER R, HOLLMANN W (1985). Justification of the 4-mmol/L lactate threshold. *Int J Sports Med*, **6**(3):117–130.
- HECKMAN MA, WEIL J, DE MEIJA EG (2010). Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: A comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of Food Science*, **75**(3): R77-R87.
- HERLIHY DV (2004). Bicycle: The History. Yale University Press.
- HILL DW (1993). The critical power concept. A review. *Sports Med*, **16**(4):237–254.
- HOOGVEEN AR, HOOGSTEEN J, SCHEP, G (1997). The maximal lactate steady state in elite endurance athletes. *Jpn J Physiol*, **47**(5):481–485.
- HOPKINS WG, SCHABORT EJ, HAWLEY JA (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports Med.*, **31**(3):211-234.
- HOPSTAKEN JF, VAN DER LINDEN D, BAKKER AB, KOMPIER MA (2015). A multifaceted investigation of the link between mental fatigue and task disengagement. *Psychophysiology*, **52**(3):305-315.

- HUELSMAN TJ, NEMANICK RC, MUNZ DC (1998). Scales to measure four dimensions of dispositional mood: Positive energy, tiredness, negative activation, and relaxation. *Educational and Psychological Measurement*, **58**(5):804-819.
- IMPELLIZZERI FM, MARCORA SM (2007). The physiology of mountain biking. *Sports Med*, **37**(1):59-71.
- IMPELLIZZERI FM, MARCORA SM, RAMPININI E, MOGNONI P, SASSI A (2005). Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *Br J Sport Med*, **39**(10):747-751
- INOUE A, SA FILHO AS, MELLO FC, SANTOS TM (2012). Relationship between anaerobic cycling tests and mountain bike cross-country performance. *J Strength Cond Res*, **26**(6):1589-1593.
- ISAK (2001). International Standards of Anthropometric Assessments. ISAK. s.:3-116.
- IVY JL, COSTILL DL, FINK WJ, LOWER RW (1979). Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Med. Sci. Sports*, **11**(1):6-11.
- JACOBSON TL, FEBBRAIO M.A, ARKINSTALL MJ, HAWLEY JA (2001). Effect of caffeine co-ingested with carbohydrate or fat on metabolism and performance in endurance-trained men. *Exp. Physiol.*, **86**:137–144. doi:10.1113/eph8602072.
- JENKINS NT, TRILK JL, SINGHAL A, O’CONNOR PJ, CURETON KJ (2008). Ergogenic effects of low doses of caffeine on cycling performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **18**:328–342.
- JENSEN K, JOHANSEN L (1998). Reproducibility and validity of physiological parameters measured in cyclists riding on racing bikes placed on a stationary magnetic brake. *Scand J Med Sci Sports*, **8**:1-6.
- JEUKENDRUP AE (2017). Periodized nutrition for athletes. *Sports Medicine*, **47**:51-63.
- JEUKENDRUP AE, MARTIN J (2001). Improving cycling performance. *Sports Medicine*, **31**(7):559-569.
- JOB R, DALZIEL J (2001). Defining Fatigue as a Condition of the Organism and Distinguishing it from Habituation, Adaptation, and Boredom, in Stress, Workload, and Fatigue. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- JONES AM, DOUST JH (1998). The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc*, **30**(8):1304–1313.
- JONES AM, VANHATALO A, BURNLEY M, MORTON RH, POOLE DC (2010). Critical power: Implications for determination of VO₂max and exercise tolerance. *Med Sci Sports Exerc*, **42**(10):1876–1890.

- JONES AM (2006). The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 1(2):101-116.
- KAÇOĞLU C (2019). Adölesan Kız Hentbolcularda, Düşük Doz Kahve Tüketiminin Anaerobik Performansa Akut Etkileri. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 11(3).
- KAFKAS ME, ÇINARLI FS, YILMAZ N, ÖZGÜR EK. EN, KIZILAY F, KAYAPINAR M, KAFKAS AŞ (2017). Egzersiz alışkanlığı süresi ile diyabet ve kan basıncı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(3):83-89.
- KALMAR JM, CAFARELLI E (1999). Effects of caffeine on neuromuscular function. *Journal of Applied Physiology*, 87(2):801-808.
- KEISLER BD, ARMSEY TD (2006). Caffeine as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep*, 5(4):215-219. doi:10.1097/01.csmr.0000306510.57644.a7
- KENNEDY DO, SCHOLEY AB (2004). A glucose-caffeine 'energy drink' ameliorates subjective and performance deficits during prolonged cognitive demand. *Appetite*, 42(3):331-333.
- KERRIGAN S, LINSDEY T (2005). Fatal caffeine overdose: Two case reports. *Forensic Science International*, 153:67-69.
- KIRKWOOD LA, INGRAM LA, CUNNINGHAM J, MALONE E, FLORIDA-JAMES GD (2017). Physiological characteristics and performance in elite vs non-elite enduro mountain biking. *Journal of Science and Cycling*, 6(2):13-21.
- KİN İŞLER A, HAZIR T, ERGEN E (1994). Step ve aerobik egzersizlerinde borg skalasının güvenilirliği ve geçerliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, 7(4):4-12.
- KNAPIK JJ, STEELMAN RA, HOEDEBECKE SS, AUSTIN KG, FARINA EK, LIEBERMAN HR (2016). Prevalance of dietary supplement use by athletes: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46:103-123.
- KOÇAK F (2018). Bütünleşik antrenman modelinin dağ bisikleti performansı üzerine etkisi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- KÜRKÇÜ AKGÖNÜL E, ÖZEN G, AKÇA, F (2019). Elit seviyedeki yol bisikleti sporcularının fiziksel özelliklerinin incelenmesi. 3. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi, Trakya Üniversiteler Birliği, s.:517-523.
- LAMBERTS RP, SWART J, WOOLRICH RW, NOAKES TD, LAMBERT MI (2009). Measurement error associated with performance testing in well-trained cyclists: Application to the precision of monitoring changes in training status. *Int Sportmed J*. 10(1):33-44.

- LAURSEN P, BUCHHEIT M (2019). Science and Application of High-Intensity Interval Training: Champaign, Human Kinetics. s.:17-73
- LEE H, MARTIN DT, ANSON J.M, GRUNDY D, HAHN AG (2002). Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. *J Sport Sci*, **20**(12):1001-1008.
- LEPERS R, HAUSSWIRTH C, MAFFIULETTI NA vd. (2000). Evidence of neuromuscular fatigue following prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc*; **32**:1880-1886.
- LEPERS R, MAFFIULETTI NA, MILLET GY (2001). Effects of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. *Med Sci Exerc*; **33**:1882-1888
- LOVATT D, XU Q, LIU W, TAKANO T (2012). Neuronal adenosine release, and not astrocytic ATP release, mediates feedback inhibition of excitatory activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109**(16):6265-6270.
- LUCIA A, HOYOS J, CARVAJAL A, CHICHARRO JL (1999a). Heart rate response to professional road cycling: The Tour de France. *Int J Sports Med*, **20**(3):167–172.
- LUCIA A, HOYOS J, CHICHARRO JL (2001c). Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med Sci Sports Exerc*, **33**(8):1361–1366.
- LUCIA A, HOYOS J, PEREZ M, CHICHARRO JL (2000d). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: A longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc*, **32**(10):1777–1782.
- LUCIA A, HOYOS J, PEREZ M, CHICHARRO JL (2002b). Kinetics of VO₂ in professional cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, **34**(2):320–325.
- LUCIA A, HOYOS J, PEREZ M, SANTALLA A, EARNEST CP, CHICHARRO J (2004a). Which laboratory variable is related with time trial performance time in the Tour de France? *Br J Sports Med*, **38**(5):636–640.
- MACINNIS MJ, THOMAS, AC, PHILLIPS SM (2018). The reliability of 4-min and 20-min time trials and their relationships to. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- MACMAHON C, SCHUCKER L, HAGEMANN N. STRAUSS B (2014). Cognitive fatigue effects on physical performance during running. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **36**:375-381.
- MAGKOS F, KAVAROVS ST (2005). Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **45**:535-562.

- MANN JB, BRYANT KR, JOHNSTONE B, IVEY PA, SAYERS SP (2016). Effect of physical and academic stress on illness and injury in division 1 college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **30**(1):20-25.
- MARCORA SM (2008). Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *European Journal of Applied Physiology*, **104**:929-931.
- MARCORA SM, STAIANO W (2010). The limit to exercise tolerance in humans: Mind over muscle? *Eur J Appl Physiol*, **109**(4):763-770.
- MARCORA SM, STAIANO W, MANNING V (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of applied physiology*, **106**(3):857-864.
- MARSH AP, MARTIN PE (1997). Effect of cycling experience, aerobic power, and power output on preferred and most economical cycling cadences. *Med Sci Sports Exerc*, **29**(9):1225-1232.
- MARTIN K, MEEUSEN R, THOMPSON KG, KEEGAN R, RATTRAY B (2018). Mental fatigue impairs endurance performance: A physiological explanation. *Sports Medicine*, **48**(9):2041-2051.
- MARTIN K, STAIANO W, MENASPA P, HENNESSEY T, MARCORA S, KEEGAN R, THOMPSON KG, MARTIN D, HALSON S, RATTRAY B (2016). Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. *PloS One*, **11**(7): e0159907.
- MARTIN K, THOMPSON KG, BALL N, RATTRAY B (2015). Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, **115**(4):715-725.
- MATTERN CO, KENEFICK RW, KERTZER R, QUINN TJ (2001). Impact of starting strategy on cycling performance. *Int J Sports Med*, **22**(5):350-355.
- MAUGHAN RJ, BURKE LM, DVORAK J, LARSON-MEYER DE, PEELING P, PHILIPS SM (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **28**:104-125.
- MCCORMICK A, MEIJEN C, MARCORA S (2015). Psychological determinants of whole-body endurance performance. *Sports Med*, **45**:997-1015.
- MCGUIGAN M (2017). Monitoring Training And Performance in Athletes: Human Kinetics.
- MCKENNA MC, DIENEL GA, SONNEWALD U, WAAGEPETERSEN HS, SCHOUSBOE A (2012). Energy metabolism of the brain. Basic neurochemistry. Academic Press. s.:200-231.

- MCLELLAN TM, BELL DG (2004). The impact of prior coffee consumption on the subsequent ergogenic effect of anhydrous caffeine. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, **14**(6):698-708.
- MCLELLAN TM, CALDWELL, JA, LIEBERMAN HR (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev*, **71**:294-312. doi:10.1016/j.neubiorev.2016.09.001
- MCNAUGHTON LR, LOVELL RJ, SIEGLER J, MIDGLEY AW, MOORE L, BENTLEY DJ (2008). The effects of caffeine ingestion on time trial cycling performance. *Int J Sports Physiol Perform*, **3**(2):157-163.
- MEEUSEN R, WATSON P, HASEGAWA H, ROELANDS B, PIACENTINI MF (2006). Central fatigue. *Sports Medicine*, **36**(10):881-909.
- MITCHELL DC, KNIGHT CA, HOCKENBERRY J, TEPLANSKY R, HARTMAN TJ (2014). Beverage caffeine intakes in the US. *Food and Chemical Toxicology*, **63**:136-142.
- MOHR M, NIELSEN JJ, BANGSBO J (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of Applied Physiology*, **111**:1372-1379.
- MONOD H, SCHERRER J (1965). The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*, **8**:329-338.
- MOORE KA, NICOLL RA, SCHMITZ D (2003). Adenosine gates synaptic plasticity at hippocampal mossy fiber synapses. *Proc Natl Acad Sci USA*, **100**(24):14397-14402.
- MORPA (2005). Spor Ansiklopedisi, Cilt 1.
- MOSTOFSKY SH, SIMMONDS DJ (2008). Response inhibition and response selection: Two sides of the same coin. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **20**(5):751-761.
- MUTIJARSA K, ICHWAN M, UTAMI DB (2016). Heart rate prediction based on cycling cadence using feedforward neural network. In *2016 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)*. s.:72-76.
- MYBURGH KH, VILJOEN A, TEREBLANCHE S (2001). Plasma lactate concentrations for self-selected maximal effort lasting 1 h. *Med Sci Sports Exerc*, **33**(1):152-156.
- NICKLEBERRY BL, BROOKS, GA (1996). No effect of cycling experience on leg cycle ergometer efficiency. *Med Sci Sports Exerc*, **28**(11):1396-1401
- NIMMERICHTER A, WILLIAMS C, BACHL N, ESTON R (2010). Evaluation of a field test to assess performance in elite cyclists. *Int J Sport Med*, **31**(3):160-166.

- NIMMERICHTER A, WILLIAMS CA (2015). Comparison of power output during ergometer and track cycling in adolescent cyclists. *J Strength Cond Res*, 29(4):1049-1056.
- NIMMERICHTER, A (2011). Mechanical power output during cycling: The efficacy of mobile power meters for monitoring exercise intensity during cycling. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). University of Exeter, United Kingdom.
- NOVAK AR, DASCOMBE BJ (2014). Physiological and performance characteristics of road, mountain bike and BMX cyclists. *J Sci Cycl*, 3(3):9-16.
- OĞUZ S, ERDOĞAN Z (2016). Kahve Tüketiminin Kalp Sağlığı Üzerine Etkisi. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 7(14):136-139.
- OTANI H, KAYA M, TAMAKI A, WATSON P (2017). Separate and combined effects of exposure to heat stress and mental fatigue on endurance exercise capacity in the heat. *Eur J Appl Physiol*, 117:119-129.
- OWAGA N, UEKI H (2007). Clinical importance of caffeine dependence and abuse. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 61:262-268.
- ÖZEN G (2018). Elit dağ bisikletçilerin fiziksel, fizyolojik özelliklerinin ve izokinetik kuvvet düzeylerinin performans parametrelerine etkisinin incelenmesi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- PADILLA S, MUJICA I, ORBANANOS J, SANTISTEBAN J, ANGULO, F, GOIRIENA JJ (2001). Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5):796-802.
- PAGEAUX B, LEPERS R (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Progress in Brain Research*, 240:291-315.
- PAGEAUX B, LEPERS R, DIETZ K, MARCORA SM (2014). Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 114(5):1095-1105.
- PAGEAUX B, MARCORA S, LEPERS R (2013). Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- PAGEAUX B, MARCORA SM, ROZAND V, LEPERS R (2015). Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Front Hum Neurosci*, 9:67.
- PALLARÉS JG, FERNÁNDEZ-ELIAS VE, ORTEGA JF, MUÑOZ G, MUNOZ-GUERRA J, MORA-RODRÍGUEZ R (2013). Neuromuscular responses to incremental caffeine doses: Performance and side effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11):2184-2192.

- PALMER GS, NOAKES TD, HAWLEY JA (1999). Metabolic and performance responses to constant-load vs variable-intensity in trained cyclists. *J Appl Physiol* **87**:1186-96
- PASMAN WJ, VAN BAAK MA, JEUKENDRUP AE, DE HAAN A (1995). The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time. *Int. J. Sports Med.*, **16**(4):225-230. doi:10.1055/s2007-972996
- PATON CD, HOPKINS WG (2001). Tests of cycling performance. *Sports Med.* **31**(7):489-496.
- PEELING P, BINNIE MJ, GOODS PSR, SIM M, BURKE LM (2018). Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **28**:178-187.
- PENNA EM, FILHO E, WANNER SP, CAMPOS BT, QUINAN RG, MENDES TT, SMITH MR, PRADO LS (2018). Mental fatigue impairs physical performance in young swimmers. *Pediatr Exerc Sci*, **30**:208-215
- PEREZ-LANDALUCE J, FERNÁNDEZ-GARCÍA B, RODRIGUEZ-ALONSO M, GARCÍA-HERRERO F (2002). Physiological differences and rating of perceived exertion (RPE) in professional, amateur and young cyclists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **42**(4):389.
- PERREY S, GRAPPE F, GIRARD A, BRINGARD A, GROSLAMBERT A, BERTUCCI W, ROUILLON JD (2003). Physiological and metabolic responses of triathletes to a simulated 30-min time-trial in cycling at self-selected intensity. *Int J Sports Med*, **24**(2), 138–143.
- PICKERING C, GRGIC J (2019). Caffeine and exercise: What next?. *Sports Medicine*, **49**:1007-1030.
- PICKERING C, GRGIC J (2020). Is Coffee a Useful Source of Caffeine Preexercise? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, **30**(1):69-82.
- PINOT J, GRAPPE F (2010). The ‘Power Profile’ for determining the physical capacities of a cyclist. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, **13**(S1):103-104.
- PIRES FO, SILVA-JUNIOR FL, BRIETZKE C, FRANKO-ALVERENGA PE, PINHEIRO FA, DE FRANÇA NM, TEIXERIA S, SANTOS TM (2018). Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. *Frontiers in Physiology*, **9**:227.
- POLITO MD, SOUZA DB, CASONATTO J, FARINATTI P (2016). Acute effect of caffeine consumption on isotonic muscular strength and endurance: A systematic review and meta-analysis. *Science & Sports*, **31**(3):119-128.

- POSNER MI, ROTHBART MK, SHEESE BE, TANG Y (2007). The anterior cingulate gyrus and the mechanism of self-regulation. *Cogn Affect Behav Neurosci*, **7**(4):391-395.
- POWERS SK, BYRD RJ, TULLEY R, CALLENDER T (1983). Effects of caffeine ingestion on metabolism and performance during graded exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **50**(3):301-307.
- PRINS L, TERBLANCHE E, MYBURGH KH (2007). Field and laboratory correlates of performance in competitive cross-country mountain bikers. *J Sport Sci*, **25**(8):927-935.
- ROELANDS B, DE KONING J, FOSTER C, HETTINGA F, MEEUSEN R (2013). Neurophysiological determinants of theoretical concepts and mechanisms involved in pacing. *Sports Med*, **43**, 301-311.
- ROELANDS B, GOEKINT M, HEYMAN E, PIACENTINI MF, WATSON P, HASEGAWA H, BUYSE L, PAUWELS P, DE SCHUTTER G, MEEUSEN R (2008). Acute norepinephrine reuptake inhibition decreases performance in normal and high ambient temperature. *Journal of Applied Physiology*, **105**(1):206-212.
- ROELANDS B, MEEUSEN R (2010). Alterations in central fatigue by pharmacological manipulations of neurotransmitters in normal and high ambient temperature. *Sports Med*, **40**, 229-246.
- ROSSATO M, BINI RR, CARPES FP, DIEFENTHAELER F, MORO ARP (2008). Cadence and workload effects on pedaling technique of well-trained cyclists. *Int J Sports Med*, **29**(9), 746–752.
- RUSSELL S, JENKINS D, SMITH M, HALSON S, KELLY V (2019). The application of mental fatigue research to elite team sport performance: New perspectives. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **22**(6), 723-728.
- SACCHETTI M, LENTI M, DI PALUMBO AS, DE VITO G (2010). Different effect of cadence on cycling efficiency between young and older cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, **42**(11):2128–2133.
- SALAM H, MARCORA SM, HOPKER JG (2018). The effect of mental fatigue on critical power during cycling exercise. *European Journal of Applied Physiology*, **118**(1):85-92.
- SAMOZINO P, HORVAIS N, HINTZY F (2006). Interactions between cadence and power output effects on mechanical efficiency during sub maximal cycling exercises. *Eur J Appl Physiol*, **97**(1):133–139.
- SANDERS D, HEIJBOER M (2019). Physical demands and power profile of different stage types within a cycling grand tour. *European Journal of Sport Science*, **19**(6):736-744.

- SANDERS D, TAYLOR RJ, MYERS T, AKUBAT I (2017). A field-based cycling test to assess predictors of endurance performance and establishing training zones. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0000000000001910.
- SASSI A, RAMPININI E, MARTIN DT, MORELLI A (2009). Effects of gradient and speed on freely chosen cadence: The key role of crank inertial load. *J Biomech*, **42**(2):171–177.
- SCHMIDT A (2014a). Competitive Cycling (2. Baskı). Meyer & Meyer Sport. s.:17-37.
- SCHMIDT A (2014b). Mountain Bike Training (2. Baskı). Meyer & Meyer Sport. s.:17-43.
- SCHRANZ N, TOMKINSON G, OLDS T, PETKOV J, HAHN AG (2012). Is three-dimensional anthropometric analysis as good as traditional anthropometric analysis in predicting junior rowing performance? *Journal of Sports Sciences*, **30**(12):1241–1248.
- SCHUCKER L, MACMAHON C (2016). Working on a cognitive task does not influence performance in a physical fitness test. *Psychology of Sport and Exercise*, **25**:1-8.
- SCHWEIMER J, HAUBER W (2006). Dopamine D1 receptors in the anterior cingulate cortex regulate effort-based decision making. *Learning & Memory*, **13**(6):777-782.
- SEWALL KA, FERNHALL B (1995). Physiological characteristics and their relationship to performance in off-road cycling. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation: An International Journal*, **6**(2):89-95.
- SHARON AP, DENISE LS (2003). Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance. (2. Baskı). Benjamin Cummings Publishing.
- SILVA-CAVALCANTE MD, COUTO PG, AZEVEDO RA, SILVA RG, COELHO DB, LIMA-SILVA AE, BERTUZZI R (2018). Mental fatigue does not alter performance or neuromuscular fatigue development during self-paced exercise in recreationally trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, **118**(11):2477-2487.
- SIDOSSIS LS, HOROWITZ JF, COYLE EF (1992). Load and velocity of contraction influence gross and delta mechanical efficiency. *Int J Sports Med*, **13**(5):407–411.
- SJODIN B, JACOBS I (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med*, **2**(1):23–26.
- SMITH CG, JONES AM (2001). The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *Eur J Appl Physiol*, **85**(1-2):19–26.

- SMITH MR, CHAI R, NGUYEN HT, MARCORA SM, COUTTS AJ (2019). Comparing the effects of three cognitive tasks on indicators of mental fatigue. *The Journal of Psychology*, **153**(8):759-783.
- SMITH MR, COUTTS AJ, MERLINI M, DEPREZ D, LENOIR M, MARCORA SM (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **48**:267-276.
- SMITH MR, MARCORA SM, COUTTS AJ (2015). Mental fatigue impairs intermittent running performance. *Med Sci Sports Exerc*, **47**(8):1682-1690.
- SOVNDAL SMD (2013) Fitness Cycling. Human Kinetics. s.:25-45
- SPRIET LL (2014). Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Medicine*, **2**:175-184.
- SPURWAY N JONES AM (2006). Lactate testing. E Winter, AM Jones, R Davison, P Bromley, T Mercer (Ed.), *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines, The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide*, 1. Cilt, s.112–118. Routledge.
- SJØGAARD G (1984). Muscle morphology and metabolic potential in elite road cyclists during a season. *International Journal of Sports Medicine*, **5**(5):250-254.
- STAIANO W, BOSIO A, PIAZZA G, ROMAGNOLI M, INVERNIZZI PL (2018). Kayaking performance is altered in mentally fatigued young elite athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. doi:10.23736/S0022-4707.18.09051-5
- STAPELFELDT B, SCHWIRTZ A, SCHUMACHER YO, HILLEBRECHT M (2004). Workload demands in mountain bike racing. *Int J Sport Med*, **25**(4):294–300.
- STROOP JR (1935) Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*, **18**:643-662.
- SURIANO R, VERCRUYSEN F, BISHOP D, BRISSWALTER J (2007). Variable power output during cycling improves subsequent treadmill run time to exhaustion. *J Sci Med Sport*, **10**(4):244–251.
- SÜME M, ÖZSOY S (2010). Osmanlı'dan günümüze Türkiye'de bisiklet sporu. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (24), 345-360.
- SVEDAHL K, MACINTOSH BR (2003). Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. *Can J Appl Physiol*, **28**(2):299–323.
- SWENSEN TC, HARNISH CR, BEITMAN L, KELLER BA (1999). Noninvasive estimation of the maximal lactate steady state in trained cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, **31**(5):742–746.

- TAKAISHI T, YAMAMOTO T, ONO T vd. (1998). Neuromuscular, metabolic and kinetic adaptations for skilled pedaling performance in cyclists. *Med Sci Sports Exerc*; **30**:442-449.
- TAKAISHI T, YASUDA Y, MORITANI T (1994). Neuromuscular fatigue during prolonged pedaling rates. *Eur J Appl Physiol*, **69**:154-158.
- TAKAISHI T, YASUDA Y, ONO T vd. (1996). Optimal pedaling rate estimated from neuromuscular fatigue for cyclists. *Med Sci Sports Exerc*; **28**:1492-1497.
- TERRY PC, LANE AM, FOGARTY GJ (2003). Construct validity of the profile of mood states-a for use with adults. *Psychology of Sport and Exercise*, **4**:125- 139.
- THOMPSON WR (2015). Worldwide survey of fitness trends for 2016: 10th Anniversary Edition. *ACSM's Health & Fitness Journal*, **19**(6):9-18.
- UCI (2021). Union cycling international. Erişim: [<https://www.uci.org/discipline/road>]. Erişim Tarihi: 12 Kasım 2021.
- UZUN, M (2016). Kardiyovasküler sistem ve egzersiz. *Journal of Cardiovascular Nursing*, **7**(2):48-53.
- VAN CUTSEM J, DE PAUW K, BUYSE L, MARCORA SM, MEEUSEN R, ROELANDS B (2017a). Effects of mental fatigue on endurance performance in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **49**(8):1677-1687.
- VAN CUTSEM J, DE PAUW K, MARCORA S, MEEUSEN R, ROELANDS B (2018). A caffeine-maltodextrin mouth rinse counters mental fatigue. *Psychopharmacology*, **235**(4):947-958.
- VAN CUTSEM J, MARCORA S, DE PAUW K, BAILEY S, MEEUSEN R, ROELANDS B (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: A systematic review. *Sports Medicine* **47**(8):1569-1588.
- VAN DER LINDEN D, MASSAR SA, SCHELLEKENS AF, ELLENBROEK BA, VERKES RJ (2006). Disrupted sensorimotor gating due to mental fatigue: Preliminary evidence. *International Journal of Psychophysiology*, **62**(1):168-174.
- VAN SCHUYLENBERGH R, VANDEN EYNDE B, HESPEL P (2004). Correlations between lactate and ventilatory thresholds and the maximal lactate steady state in elite cyclists. *Int J Sports Med*, **25**(6):403–408.
- VERCRUYSSSEN F, BRISSWALTER J (2010). Which factors determine the freely chosen cadence during submaximal cycling? *J Sci Med Sport*, **13**(2):225–231.
- VRIJKOTTE S, MEEUSEN R, VANDERVAEREN C, BUYSE L, VAN CUTSEM J, PATTYN N, ROELANDS B (2018). Mental fatigue and physical and cognitive

- performance during a two bout exercise test. *Int J Sports Physiol Perform*, **13**(4):510-516.
- WANG C, ZHU Y, DONG C, ZHOU Z, ZHENG X (2020). Effects of various doses of caffeine ingestion on intermittent exercise performance and cognition. *Brain Sciences*, **10**(9):595.
- WEINBERG S, GOULD D (2015). Introduction to Psychological Skills Training. Foundations of Sport and Exercise Psychology. Human Kinetics.
- WILES JD, BIRD SR, HOPKINS J, RILEY M (1992). Effect of caffeinated coffee on running speed, respiratory factors, blood lactate and perceived exertion during 1500-m treadmill running. *Br. J. Sports Med.*, **26**(2):116-120.
- WILES JD, COLEMAN D, TEGERDINE M, SWAINE IL (2006). The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. *J. Sports Sci.*, **24**(11):1165-1171.
- WILLIAMS JH, BARNES WS, SINORILE JF (1988). A constant-load ergometer for measuring peak power output and fatigue. *J Appl Physiol*, **65**(5):2343-2348.
- WILLIAMSON JW, FADEL PJ, MITCHELL JH (2006). New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: A central command update. *Exp Physiol*, **91**:51-58.
- WILLIAMSON JW, MCCOLL R, MATHEWS D, MITCHELL JH, RAVEN PB, MORGAN WP (2001). Hypnotic manipulation of effort sense during dynamic exercise: Cardiovascular responses and brain activation. *J Appl Physiol*, **90**(4):1392-1399.
- WILSON DG, PAPADOPOULOS J, WHITT FR (2004). *Bicycling Science*. Cambridge. MIT Press.
- WITTHOFT M, MIER D, OFER J, MULDER T, RIST F, KIRSCH P, DIENER C (2013). Neuronal and behavioral correlates of health anxiety: Results of an illness-related emotional stroop task. *Neuropsychobiology*, **67**(2):93-102.
- WOOLF K, BIDWELL WK, CARLSON AG (2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, **18**(4):412-429.
- XU K, MORGAN KT, TODD GEHRIS A, ELSTON TC, GOMEZ SM (2011). A whole-body model for glycogen regulation reveals a critical role for substrate cycling in maintaining blood glucose homeostasis. *PLoS Computational Biology*, **7**(12):e1002272.
- ZADOW EK, KITIC CM, WU SS, SMITH ST, FELL JW (2016). Validity of power settings of the Wahoo KICKR Power Trainer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **11**(8):1115-1117.

EKLER

EK-1. Ankara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Bisikletçilerde Bilişsel Yorgunluğun ve Bilişsel Yorgunlukla Birlikte Kafein Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç ve Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA
	TELEFON	0312 595 82 27
	FAKS	0312 310 63 70
	E-POSTA	etik@medicine.ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Gülfem ERSÖZ		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Antrenörlük Eğitimi Bölümü		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI			
	DESTEKLEYİCİ			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐	
		FAZ 2	☐	
		FAZ 3	☐	
		FAZ 4	☐	
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐	
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐	
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐	
		İlaç dışı klinik araştırma	☐	
	Diğer ise belirtiniz: Gıda takviye ürünleri ile yapılan klinik araştırma			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒
				ULUSLARARASI ☐

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Bisikletçilerde Bilişsel Yorgunluğun ve Bilişsel Yorgunlukla Birlikte Kafein Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç ve Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU								
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu						
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof.Dr. Kamile Aydan İKİNCİOĞULLARI						
Uyvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişkisi		Katılım *	İmza
Prof.Dr. Kamile Aydan İKİNCİOĞULLARI	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Nuray YAZIHAN	Fizyopatoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Levent YAZICIOĞLU	Kalp ve Damar Cerrahisi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Filiz ÇAY ŞENLER	Tıbbi Onkoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Serap ŞAHİNOĞLU	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Aşkın ATEŞ	Romatoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Hakan GÜRDAL	Tıbbi Farmakoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Petek KORKUSUZ	Histoloji ve Embriyoloji	H.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. Arzu PAMPAL	Çocuk Cerrahisi	Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Sinem CİVRİZ BOZDAĞ	Hematoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Hale GÖKCAN	Gastroenteroloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Pınar HURL	Biyomedikal Mühendisliği	A.Ü. Mühendislik Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒	
Doç.Dr. Beyza DOĞANAY	Biyoistatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Mustafa Ayhan TEKİNSOY	Hukuk	A.Ü. Hukuk Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Dr. Volkan ERKAN	Uzman	T.C. Milli Eğitim Bakanlığı	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒	

*:Toplantıda Bulunma

EK-2. Türkiye Tıbbi Cihaz Kurumu Etik Kurul Onayı



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

NORMAL
31.05.2021

Sayı : E-66175679-514.11.01-445914
Konu : Klinik Araştırma [21-AKD-25]

Sayın Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ
Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
Gölbaşı/ANKARA

- İlgi:
- a) Kurum evrak kayıt 26.02.2021 tarihli, E.737334 sayılı yazınız
 - b) Kurum evrak kayıt 23.03.2021 tarihli, E-866175679-514.11.03-378196 sayılı yazı
 - c) Kurum evrak kayıt 15.04.2021 tarihli, E.843869 sayılı yazınız
 - d) Kurum evrak kayıt 28.04.2021 tarihli, E-866175679-514.11.03-419347 sayılı yazı
 - e) Kurum evrak kayıt 18.05.2021 tarihli, E-85521274-000-906624 sayılı yazınız
 - f) Kurum evrak kayıt 21.05.2021 tarihli, E-85521274-000-914037 sayılı yazınız

Aşağıda bilgileri verilen klinik araştırma başvurunuz ilgili mevzu at gereğince incelenmiş olup;

Araştırmanın Adı:	Bisikletçilerde bilişsel yorgunluğun ve bilişsel yorgunlukla birlikte kafein tüketiminin fonksiyonel eşik güç ve fizyolojik yanıtlar üzerindeki etkisinin incelenmesi
Koordinatör:	Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ
Koordinatör Merkez:	Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
Onay Veren Etik Kurulun Adı:	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi KAEK

Araştırmanın güncel Helsinki Bildirgesi'ne, iyi klinik uygulamalar ilkelerine ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,

Araştırma ekibinde yer alan sorumlu araştırmacıların ilgili mevzuat hükümleri gereğince araştırma süresince tam zamanlı olarak araştırma merkezinde bulunması,

Araştırmada protokol dâhilinde kullanılacak tüm ürünlerin ve tetkiklerin destekleyici, destekleyici yoksa araştırmacı tarafından karşılanması,

Güvenlilik bildirimlerinin ilgili mevzuat gereği belirtilen sürelerde Kurumumuz Klinik Araştırmalar Dairesi

Başkanlığı ilgili etik kurula bildirilmesi,

Araştırmada kullanılan ürünlere ait Türkçe etiket örneğinin hazırlanması ve

araştırma ürünlerinin üretiminin İyi İmalat Uygulamaları Kılavuzuna uygun olarak yapılması,

Gönüllülerden alınacak numuneler ülke dışına çıkarılacaksa, biyolojik materyal transfer formunda belirtilenlerin yerine getirilmesi,

Kişisel verilerin gizliliğine riayet edilmek kaydıyla, izin verilen bu araştırmanın kamuya açık bir veri tabanına kaydedilmesi,

Araştırma ürünü ithal edilecek ise Kurumumuza ilgili başvuru formu ve ekleri ile müracaat edilmesi,

Araştırma sonunda artan araştırma ürünü olması halinde araştırma ürünü imha işlemlerinin ilgili mevzuata göre yapılması,

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: S3k0Q3NRM0Fyak1UYnUySHY3S3k0

Belge Takip

[Adresi:https://www.turkiye.gov.tr/saglik-titck-ebys](https://www.turkiye.gov.tr/saglik-titck-ebys)



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu**

Araştırmanın başlamaması, iptali, durdurulması veya sonlandırılması halinde Kurumumuza ve ilgili etik kurula bildirilmesi ilgili mevzuata uygun şekilde ve belirtilen süreler dâhilinde bilgi verilmesi,

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik Md. 21 ile ilgili olarak; Danıştay 15. Dairesi'nin 13/12/2017 tarihli ve E.2014/9560- K.2017/7507 sayılı kararı ile 25.06.2014 tarih ve 29041 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin 13 üncü maddesine yönelik olarak iptal kararı verilmiştir. Buna göre araştırma ile ilgili kayıtların tamamının araştırmanın bütün merkezlerde tamamlanmasından sonra en az 14 yıl süre ile saklanması,

Araştırma konusu ile ilgili ödemelerin, araştırma boyunca yapılacak olan eş zamanlı tedavi ve kurtarma tedavilerinin gönüllü ve Sosyal Güvenlik Kurumuna ödetilmeyeceği hususuna dikkat edilmesi gerekmektedir.

Uygun bulunan dokümanların listesi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu dokümanların herhangi birinde değişiklik olduğu takdirde ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda başvuru yapılması gerekmektedir.

Dokümanın Adı	Tarih	Versiyon No
Protokol	24.03.2021	02
Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	11.11.2020	01
Olgu Rapor Formu	24.03.2021	02
Bütçe	11.11.2020	-
Etik Kurul Kararı	06.01.2021 21.04.2021	01-44-21 08-338-21

İlgi (a) yazı ekindeki başvuru formunda belirtilen merkezde araştırmanın başlaması uygun bulunmuştur. Araştırma sürecinde yukarıda belirtilen hususların yerine getirilmesi gerekmektedir.

İlgili araştırma onayı, sunulan klinik araştırma tasarımının güncel Klinik Araştırma mevzuatına ve etik ilkelere uygun olduğunu belirtmekte olup, ruhsata esas teşkil edecek verilerin elde edilmesi için yeterli ve uygun tasarımda planlandığı anlamını taşımamaktadır.

Yazımızın bir örneğinin ilgili etik kurula iletilmesi hususunda bilginizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Ecz. Nihan BURUL BOZKURT
Kurum Başkanı a.Daire Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: S3k0Q3NRM0Fyak1UYnUySHY3S3k0 Belge Takip

[Adresi:https://www.turkiye.gov.tr/saglik-titck-ebys](https://www.turkiye.gov.tr/saglik-titck-ebys)

EK-3. Kurum İzni



T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Spor Bilimleri Fakültesi



SAYI :18619517.000- 872
KONU:

29.09.2020

Sayın Araş.Gör.Esra KÜRKÇÜ AKGÖNÜL

İlgi: 28.09.2020 tarihli dilekçeniz.

İlgili dilekçede belirtildiği üzere, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri Fakültesinde yapmakta olduğunuz doktora tezinin ölçümleri için kullanmak istediğiniz Sağlık Yerleşkesinde bulunan Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarını 01.11.2020 – 31.12.2020 tarihleri arasında ölçümlerinizi için kullanımı Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinize rica ederim.

EK-4. Araştırma Amaçlı Çalışma için Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

Araştırmacının Açıklaması:

Sayın katılımcı,

Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde doktora öğrencisiyim. Bisiklet performansını etkileyen unsurlardan bilişsel yorgunluk ve buna karşı çözüm yolu olarak kafeinin fonksiyonel eşik güce olan etkisini incelemek amacıyla bir araştırma gerçekleştiriyorum. Araştırmanın adı “Bisikletçilerde Bilişsel Yorgunluğun ve Bilişsel Yorgunluk ile Birlikte Kafein Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç ve Fizyolojik Yanıtlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi”dir. Araştırmadan elde edilen bulgular, Türkiye’de eğitim hayatını ve bisiklet sporunu birlikte yürütmek isteyen sporcu ve takımların performanslarının geliştirilmesi amacıyla kullanılacaktır. **Araştırmaya katılım gönüllük esasına dayalıdır ve katılımcının tercihinine bağlıdır.** Bu araştırma için Ankara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan gerekli izinler alınmıştır.

Araştırma kapsamında sizinle haftada bir gün, toplamda 4 kez ve 4 hafta süren bir test süreci gerçekleştireceğiz. Araştırmaya toplamda 24 katılımcı katılacaktır. Katılımcılar rastgele olarak 4 haftaya bölünecek ve her hafta araştırma dizaynına uygun şekilde testler gerçekleştirilecektir. Katılımcıların laboratuvara geliş gün ve saatleri katılımcı ve araştırmacıya uygun ortak bir şekilde birlikte kararlaştırılacaktır. Laboratuvara geliş organizasyonu ile ilgili araştırmacılar sizinle iletişime geçecektir.

Konu ile ilgili olarak sizlere laboratuvara her geldiğinizde **beyin aktivitenizi artırıcı ve zihin yorucu bir adet bilgisayar ortamında test**, bisiklet üzerinde **yapılacak bir adet performans testi**, duyu halinizi ölçen üç adet ölçek, bilişsel (**beyin**) yorgunluğunuzu ölçen bir adet ölçek uygulanacaktır. Ayrıca ilk ziyarette **kişisel bilgileriniz** ve kafein tüketim sıklığı bilgileriniz sorulacaktır. Testlerde, sizin performansınızı etkileyen unsurlara tabi tutulacaksınız ve test sürecinde glukoz ve laktat gibi fizyolojik belirteçleriniz, kulak memesinden bir damla kan

alımıyla birlikte anlık olarak ölçülecektir. Kan alımı bisiklet testi esnasında 4, 8, 12, 16 ve 20 dklarda yapılacaktır. Araştırmanın asıl hedefi olan kafein takviyesi ise 3 ve 4 üncü ziyaretlerinizde sizlere kapsül şeklinde verilecektir. Ölçümler test gününde 2 saat sürecek olup, bunun 60 dk sı **beyin yorucu egzersiz**, 20 dk sı **bisiklet üzerinde performans testinden**, diğer süreler ısınma ve ölçek uygulama ile tamamlanacaktır. **İlk ziyarette yalnızca 1 saatlik bisiklet performans testi ve ölçekler uygulanacaktır.** Laboratuvara geldiğinizde protokol dışında herhangi başka bir uygulama yapılmayacaktır. Bisiklet performans testi güç ölçer içeren **bir mekanizma ile kendi bisikletiniz üzerinde** yapılacak olup, risk taşımamaktadır. Pandemi sürecinde olunması nedeniyle her katılımcıdan sonra tüm materyaller dezenfekte edilecek, tüm araştırmacılar uygun kıyafet, maske ve eldiven kullanacaktır. Araştırmanın tamamlanabilmesi için protokolün size anlatıldığı şekliyle yapılması gerekmektedir.

Bu araştırma ile birlikte hem eğitim hayatını sürdürebilmek hem de iyi seviyede bisiklet sporu yapabilmek isteyen sporcuların yaşayabilecekleri bilişsel yorgunluk sorunlarına çözüm olarak kafein gibi bir takviyenin kullanılabilmesine cevap arayacağız. Elde edilen sonuçlar sonrasında tezin yazılmasını takiben sizleri bilgilendireceğiz. Ölçümler esnasında kafein alımınıza yönelik olarak ve bisiklet testi esnasında kendi genetik, anatomik ve fizyolojik yapınıza bağlı olarak kalp atım hızı yükselmesi ile birlikte kalp çarpıntısı, mide bulantısı gibi belirtiler olabilir. Bu gibi durumlarda tıbbi sorumlumuz testler esnasında yanınızda olacağından ilk müdahaleyi o gerçekleştirecektir. **Ayrıca ölçüm yapılacak olan laboratuvarımız hastane yerleşkesi içerisinde olduğundan acil müdahale yapılabilecek sağlık merkezi de yakında bulunmaktadır.** Çalışma sürecinde olası tüm risklere karşı tüm tedbirler araştırmacılar tarafından alınmıştır. Bisiklet performans testi taşınabilir sabit ergometre üzerinde kendinize ait bisiklet ile yapılacaktır. Kullanacağınız tüm materyal kendinize ait şahsi olacağından, bisiklet testi esnasında biyomekaniksel; sele boyu, gidon uzunluğu, farklı ayakkabı vb gibi nedenlerden dolayı oluşabilecek sakatlık, ağrı vb durumların oluşmayacağını düşünmekteyiz. Bunun aksine yapacağımız performans testinde alışmış olduğunuz bisiklet ve materyallerle uygulama gerçekleştireceğinizden dolayı en iyi değerleri vereceğinizi düşünüyoruz.

Araştırmaya katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır ve çalışmaya katılan bireylere maddi bir ödeme yapılmaz. Araştırmadan istediğiniz zaman çekilebilirsiniz. Bu durum size hiçbir sorumluluk getirmeyecektir. Test esnasında verdiğiniz değerler ve test sürecinde elde ettiğiniz veriler ve size ait bilgilerin tamamı çalışmada yer alan araştırmacılar dışında kimseyle paylaşılmayacaktır. Araştırma sonuçları eğitim ve bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Araştırmanın tüm süreçlerinde kişisel bilgileriniz ihtimamla korunacaktır. Bu gönüllü katılım formunu imzalamadan önce veya daha sonra aklınıza gelebilecek olan soruları

istediğiniz zaman bize sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim aşağıda mevcuttur. Bu araştırma bittikten sonra da bana ulaşabilir ve araştırma ile ilgili soru sorabilirsiniz.

Katılımcının beyanı:

Sn. Esra Kürkcü Akgönül ’ün bisiklet sporcuları ile ilgili yapacağını belirttiği ilgili çalışmanın içeriği tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu araştırmaya katıldığım takdirde bana ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı konusunda bana yeterli güven verildi.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum ve bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma sürecinde veya sonrasında Esra Kürkcü Akgönül’ü telefon numarasından arayabileceğimi biliyorum. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Adı geçen tez sürecinde “katılımcı” olarak yer almayı gönüllülük esasına dayalı olarak kabul ediyorum.

Katılımcının adı, soyadı:

İmzası:

Tarih:

Araştırmanın yürütücüsü Adı Soyadı: Esra Kürkcü Akgönül

Adres: Dokuz Eylül Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Seferihisar,
İzmir

Tel:

E-posta:

İmza:

Tarih:

EK-5. Kişisel Bilgi Formu (Olgu Rapor Formu)

Kişisel Bilgi Formu (Olgu Rapor Formu)

Adınız Soyadınız: Adres:

Yaşınız:

Cinsiyetiniz : (Kadın) (erkek) Telefon:

Sportif özelliğiniz: (Tırmanış) (zamana karşı) (sprinter)

Antrenman yaşıınız: (1-24 ay) (25-60 ay) (61-96 ay) (97- 120 ay) (121 ay ve üzeri)

(0-2 yıl) (2-5 yıl) (5-8 yıl) (8-10 yıl) (10 yıl ve üzeri)

Öğrenim : Yok – İlkokul- Ortaokul – Lise – Yüksekokul – Üniversite – Lisan Üstü

Durumunuz

Medeni Haliniz : Bekar – Evli – Eşimden Ayrıldım

Ekonomik : Az - Asgari Ücret –İyi – Çok İyi

Düzeyiniz

Yaşadığınız Yer : Köy – İlçe – Büyükşehir

Anne Öğrenim Düzeyi: Yok – İlkokul- Ortaokul – Lise – Yüksekokul – Üniversite – Lisan Üstü

Baba Öğrenim Düzeyi: Yok – İlkokul- Ortaokul – Lise – Yüksekokul – Üniversite – Lisan Üstü

Son bir yıl içerisinde geçtiğiniz mesafe: km

Yıllık antrenman birimi: gün

Son bir yıl içerisinde antrenmanda toplam yükselme miktarı: m

Haftalık antrenman mesafesi:km,saat

Haftalık antrenman birimi:gün

Haftalık antrenmanda yükselme miktarı: m

Günlük antrenman birimi:kez

Genel ısınma süreniz:dk

Genel ısınma kalp atım hızı ortalamanız bpm

Genel ısınma hızınız km/h

Genel ısınma kadansınız rpm

Genel ısınma yoğunluğunuz: (20 puan üzerinden değer veriniz)

Yarışmalardaki ortalama kalp atım hızınız:bpm

Yarışmalarda maksimum kalp atım hızınız: bpm

Yarışmalarda ortalama kadansınız rpm

Daha önce FTP testi yaptınız mı: Evet Hayır

Ne zaman: gün önce

Yaptıysanız sonuç ne çıktı: w/kg

Bugüne kadar en iyi FTP sonucunuz w/kg



EK-6. NASA-TLX Görev Yük Endeksi Ölçeği

Adı Soyadı	Test numarası	Tarih

NASA Görev Yük Endeksi (TLX)

Hart ve Staveland'ın NASA Görev Yük Endeksi (TLX) yöntemi bitirdiğiniz test için yüksek, orta ve düşük zorluktaki tahminlerinizi 21 derece ile sonuçlandırmaktadır. Testin zorluğunu ifade eden puanlamayı aşağıda işaretleyiniz.

Mental Gereksinim	Test mental olarak ne kadar zorluydu?
Çok düşük	Çok yüksek
Fiziksel Gereksinim	Test fiziksel olarak ne kadar zorluydu?
Çok düşük	Çok yüksek
Geçici Gereksinim	Test ne kadar hızlıydı ve ne ölçüde acele edildi?
Çok düşük	Çok yüksek
Performans	Görevi yapmanız istendiğinde ne kadar başarılıydınız?
Mükemmel	Başarısız
Çaba	Görevi başarmak için performansınızın ne kadar üstüne çıkmak zorunda kaldınız?
Çok düşük	Çok yüksek
Hayal kırıklığı	Ne kadar güvensiz, cesareti kırılmış, tahriş olmuş, stresli ve rahatsız oldunuz?
Çok düşük	Çok yüksek

EK-7. Dört Boyutlu Yakınma Listesi (4BYL)

Dört Boyutlu Yakınma Listesi (4BYL)

Adı Soyadı:

Tarih:

Test No:

Aşağıdaki soru listesi sizin (daha önce) hissetmiş olabileceğiniz şikâyet veya belirtileri içermektedir. Listede, sizin (sadece) son bir hafta (son 7 gün) süresince hissettikleriniz sorulmaktadır. Daha önce hissedip de geçen hafta süresince hissetmediğiniz şikâyetleriniz olduğunda, onları hayır olarak

işaretlemlisiniz. Geçen hafta olan herhangi bir şikâyetin (o hafta boyunca) hangi sıklıkla olduğunu, ona en uygun karenin içine çarpı işareti koyarak belirtiniz.

Geçtiğimiz hafta aşağıdaki belirtilerden şikayetiniz oldu mu?

	Hiç	Nadiren	Düzenli	Sıklıkla	Çok sık
1. baş dönmesi veya kafanızda bir hafiflik hissi ---	☐	☐	☐	☐	☐
2. kas ağrısı -----	☐	☐	☐	☐	☐
3. bayılma -----	☐	☐	☐	☐	☐
4. ense ağrısı -----	☐	☐	☐	☐	☐
5. sırt ağrısı -----	☐	☐	☐	☐	☐
6. aşırı terleme -----	☐	☐	☐	☐	☐
7. kalp çarpıntısı -----	☐	☐	☐	☐	☐
8. baş ağrısı -----	☐	☐	☐	☐	☐
9. karında şişkinlik hissi -----	☐	☐	☐	☐	☐
10. puslu görme ya da gözün önünde karaltılar görmek	☐	☐	☐	☐	☐
11. bunaltı -----	☐	☐	☐	☐	☐
12. bulantı ya da mide kaynaması -----	☐	☐	☐	☐	☐

Geçtiğimiz hafta aşağıdaki belirtilerden şikayetiniz oldu mu?

13. karın ağrısı ya da midede batma hissi -----	☐	☐	☐	☐	☐
14. parmaklarda karıncalanma -----	☐	☐	☐	☐	☐
15. göğüste bir baskı hissi ya da sıkışma -----	☐	☐	☐	☐	☐
16. göğüs ağrısı -----	☐	☐	☐	☐	☐
17. keyifsizlik / isteksizlik -----	☐	☐	☐	☐	☐
18. sebepsiz yere aniden kormak / irkilmek -----	☐	☐	☐	☐	☐
19. birşeyleri kafaya takıp durmak -----	☐	☐	☐	☐	☐
20. huzursuz uyuma -----	☐	☐	☐	☐	☐

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 21. sebepsiz / yersiz korkular ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 22. bitkinlik ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 23. baskalarının yanında sıkılma / bunalma ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 24. korku ya da panik atakları ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

Geçtiğimiz hafta aşağıdaki duyguları yaşadınız mı?

- | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 25. gerginlik ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 26. çarçabuk asabileşmek ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 27. korku içinde olmak ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

Geçtiğimiz hafta aşağıdaki durumları hissettiniz mi?

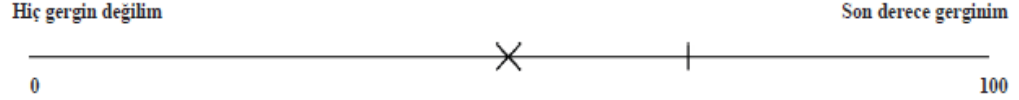
- | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 28. herşeyin manasız olduğunu ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 29. artık hiç bir şeyi başaramayacağınızı ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 30. hayatın çabalamaya değmeyeceğini ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 31. etrafınızdaki insanlar için artık bir şey ifade etmediğinizi/önemsiz olduğunuzu ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 32. artık dayanamayacağınızı ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 33. ölseydiniz daha iyi olacağınızı ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 34. hiç bir şeyden zevk almadığınızı ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 35. hiç bir çıkış yolunuzun kalmadığını ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 36. artık karşı koyacak gücünüzün kalmadığını ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 37. artık içinizden hiç bir şey yapmak gelmediğini /
hic bir şeyden zevk almadığınızı ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 38. Düşüncelerinizi berraklaştırmakta zorlandınız mı? -- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 39. Uykuya dalmakta zorlandınız mı? ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 40. Evden dışarı yalnız çıkmaktan korktunuz mu? ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 41. Çabuk duygusallaştığınız oldu mu? ----- | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 42. Normalde korkmayacağınız birşeyden korkar oldunuz mu?
Mesela köpekten, yüksekte, küçük, kapalı yerlerden | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 43. Otobüs tren gibi araçlarda yolculuk etmekten korktunuz mu? | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 44. Başka insanların yanında utanmaktan korktunuz mu? | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

45. Birden, hiç bilmediğiniz bir tehlike duygusuyla korkuya kapıldığınız oldu mu? ----- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
46. Keşke ölsem dediğiniz oldu mu? ----- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
47. Birden, daha önce başınızdan geçmiş ağır bir olayın görüntüleri veya izleri zihninize (aklınıza) doluştu mu? - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
48. Daha önce başınızdan geçmiş ağır bir olayı zihninizden uzaklaştırmak (aklınızdan çıkarmak) için olağan üstü bir çaba harcamak zorunda kaldınız mı? ----- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
49. Korktuğunuz için belirli yerlerden geçmek / oralarda bulunmamak için çaba harcadınız mı? ----- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
50. Bazı hareketleri / işleri tekrar tekrar (üst üste) yapmadan işinize devam edemediğiniz oldu mu? ----- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐



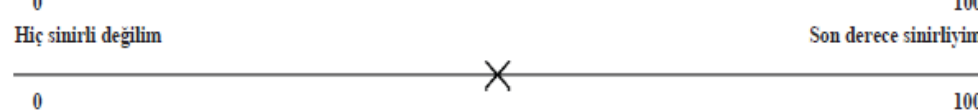
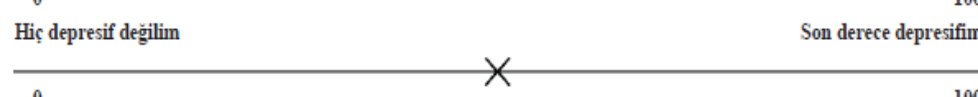
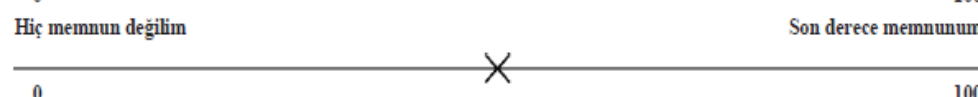
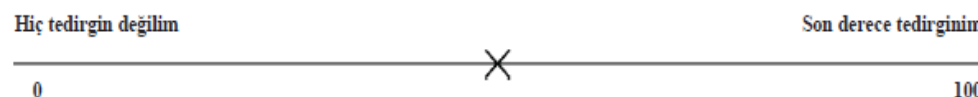
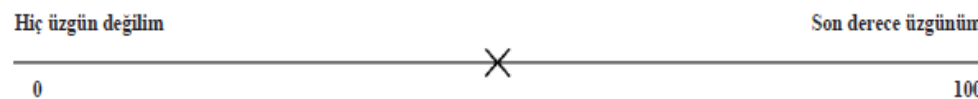
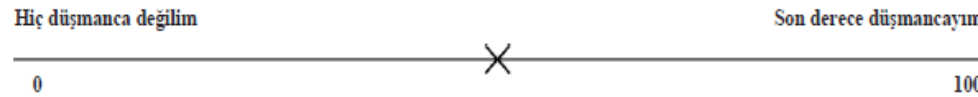
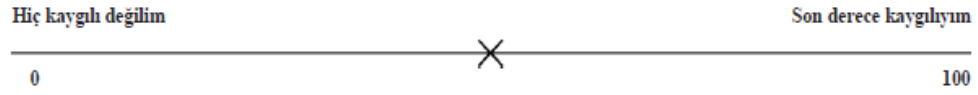
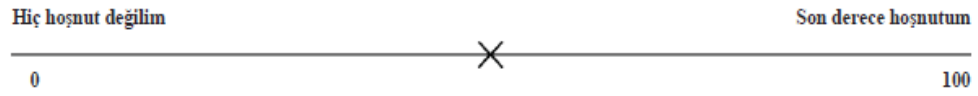
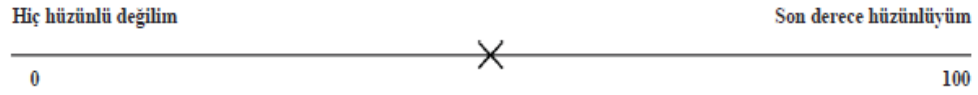
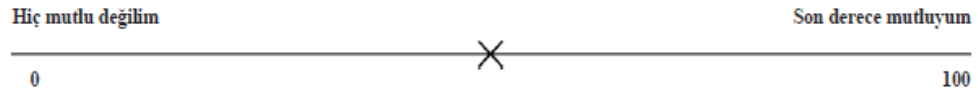
EK-8. Görsel Analog Skala (GAS)

Bu çalışma, insanların şu anda yaşadıkları duyguları belirlemeye yönelik ölçme aracı geliştirme amacıyla yapılmaktadır. Aşağıda toplam 18 duygu ifadesi yer almaktadır. Her duygu, o duygunun hiç yaşanmamasından (örn: hiç gergin değilim = 0), bütünüyle yaşanıyor olmasına (örn: son derece gerginim = 100) kadar devamlılık gösteren bir cetvel üzerinde yer almaktadır. Lütfen her duyguyu, hangi düzeyde hissettiğinizi cetvel üzerinde dikey çizgiyle işaretleyerek belirtiniz.



Örneğin kendinizi oldukça gergin hissediyorsanız, bu duygunuzu X işaretinin sağ tarafında yer alan bölgede -sizin belirleyecek olduğunuz bir noktaya- dikey çizgi çizerek belirtiniz. Gerginlik duygusunu yoğun yaşıyorsanız mümkün olduğunca sağa, daha hafif yaşıyorsanız mümkün olduğunca sola doğru işaretleme yapınız. En uç noktalara da işaretleme yapabilirsiniz.

Şu anda kendinizi nasıl hissediyorsunuz?



Hiç umutsuz değilim		Son derece umutsuzum
0	X	100
Hiç gergin değilim		Son derece gerginim
0	X	100
Hiç neşeli değilim		Son derece neşeliyim
0	X	100
Hiç tepesi atmış değilim		Son derece tepem atık
0	X	100
Hiç ızdırap içinde değilim		Son derece ızdırap içindeyim
0	X	100
Hiç huzursuz değilim		Son derece huzursuzum
0	X	100
Hiç perişan değilim		Son derece perişanım
0	X	100
Hiç aykırı değilim		Son derece aykırıyım
0	X	100

Adı Soyadı:

Tarih:

Test No:

EK-9. Kafein Tüketim Formu

Kahve Tüketim Formu			
	Miktar	Günlük-yarış başı Adet	Toplam (haftalık-yarışlık)
Kahve (bir fincan)	125 mg		
Espresso (1 fincan)	50 mg		
Cappucino (1 fincan)	100 mg		
Filtre kahve (250 mg)	80 mg		
Kola (1 kutu)	49 mg		
Yeşil çay (1 fincan)	35 mg		
Siyah çay (1 fincan)	50 mg		
Soğuk çay (600 ml)	30 mg		
Powerbar kafeinli jel (40 g)	25 mg		
GU kafeinli jel (32 g)	20 mg		
Sütlü çikolata (60 g)	10 mg		
Bitter çikolata (60 g)	10-50 mg		

(Burke, 2008. John Preston, 2015, Kafein Tüketim Ölçeği (Caffein Consumption Questionnaire) ve ABD besin veritabanı (United States Nutrient Database-USDA)'na göre hazırlanmıştır)

EK-10. Brunel Ruh Hali Ölçeği (BRUMS)

BRUNEL RUH HALİ ÖLÇEĞİ

Aşağıda, duyguları belirten kelimelerin bir listesi vardır. Lütfen her birini dikkatlice okuyunuz. **"ŞU AN NASIL HİSSETTİĞİNİZİ"** en iyi açıklayan kutucuğu işaretleyiniz. Her soruyu cevapladığınızdan emin olunuz.

	Hiç değil	Biraz	Orta derecede	Orta derecede	Son derece
1. Canlı	☐	☐	☐	☐	☐
2. Bitkin	☐	☐	☐	☐	☐
3. Depresif	☐	☐	☐	☐	☐
4. Sinirli	☐	☐	☐	☐	☐
5. Tükenmiş	☐	☐	☐	☐	☐
6. Akli karışık	☐	☐	☐	☐	☐
7. Uyuklu	☐	☐	☐	☐	☐
8. Kurgun	☐	☐	☐	☐	☐
9. Mutsuz	☐	☐	☐	☐	☐
10. Kaygılı	☐	☐	☐	☐	☐
11. Tedirgin	☐	☐	☐	☐	☐
12. Enerjik	☐	☐	☐	☐	☐
13. Berbat	☐	☐	☐	☐	☐
14. Kızgın	☐	☐	☐	☐	☐
15. Aktif	☐	☐	☐	☐	☐
16. Yorgun	☐	☐	☐	☐	☐
17. Huysuz	☐	☐	☐	☐	☐
18. Arık	☐	☐	☐	☐	☐
19. Kararsız	☐	☐	☐	☐	☐

Sadece resmi kullanımlar için:

Kızgınlık: ____ Depresiflik: ____ Bitkinlik: ____ Dinçlik: ____

İsim Soyisim:

Test No:

Tarih:

EK- 11. Algılanan Zorluk Derecesi Skalası (AZD)

ALGILANAN ZORLUK DERECEŚİ

BORG 6-20 SKALASI

6	
7	ÇOK, ÇOK HAFİF
8	
9	ÇOK HAFİF
10	
11	HAFİF
12	
13	BİRAZ ZOR
14	
15	ZOR
16	
17	ÇOK ZOR
18	
19	ÇOK, ÇOK ZOR
20	

