



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GENETİK PROFİLLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLEN
ERKEK MARATONCULARIN BESLENME
PROGRAMLARININ VE GENOTİP-FENOTİP
KORELASYONUNUN PERFORMANSA ETKİSİ**

İZEL AYCAN BAŞOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. FATMA ESRA GÜNEŞ

2019-İSTANBUL

TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Programın seviyesi : Yüksek Lisans
Anabilim Dalı : Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Tez Sahibi : İzel Aycan BAŞOĞLU
Tez Başlığı : Genetik Profillerine Göre Değerlendirilen Erkek Maratoncuların Beslenme Programlarının Ve Genotip-Fenotip Korelasyonunun Performansa Etkisi
Sınav Yeri : M. Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi
Sınav Tarihi : 17.01.2019

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)

Doç. Dr. F. Esra GÜNEŞ

Kurumu

Marmara Üniversitesi

İmza**Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)**

Dr. Öğr. Üyesi Şule AKTAÇ

Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Funda Elmacıoğlu

Marmara Üniversitesi

İstinye Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 25 Ocak/2019.. tarih ve 44 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

F. Arıcıoğlu.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

İZEL AYCAN BAŞOĞLU

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sürecinde bana destek olan pek çok kişiye teşekkür borçluyum. Tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışma boyunca kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan değerli hocam sayın Doç. Dr. F. Esra GÜNEŞ'e;

Tez çalışmalarımın yürütülmesinde laboratuvarların kullanılması imkanını sağlayarak desteğini veren Premed Genetik Tanı Merkezi Başkanı Uzm. Dr. İ. Yaman SAĞLAM'a;

Spor performansı ve genetiği alanında değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Prof. Dr. H. Birol ÇOTUK'a;

Verilerin toplanması aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Taylan BALCIOĞLU, Dr. Çağrı ÖZCAN ve Dyt. Ceren ÜSTÜN'e;

Tez çalışmama dahil olan Beat Run Crew, Asics Run ve Kadıköy Runners koşu grubundaki koşuculara;

Tez döneminde bana destek veren ve yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Hayrunisa İÇEN, Arş. Gör. Simay FERELİ, Arş. Gör. Aybike CEBECİ, Arş. Gör. Buse SARIKAYA; Arş. Gör. Aslı YİĞİT; Arş. Gör. Yeşim ÖZTEKİN; Arş. Gör. Esmâ OĞUZ; Arş. Gör. Begümhan ÖMEROĞLU YEL, Arş. Gör. Gül ÖĞREN, Arş. Gör. Orhan ÖZTÜRK ve Dyt. Çağla Hande AY'a;

Hayatımın her döneminde bana inanan ve destekleyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından SAG-C-YLP-121218-0629 nolu proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

BEYAN	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	viii
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Spor Performansı	5
2.2. Dayanıklılık Performansı ve Dayanıklılık Sporları	6
2.3. Egzersizde Kasın Metabolik Sistemleri	6
2.3.1. Hazır enerji: Fosfojen sistemi (ATP-CP sistemi)	7
2.3.2. Kısa süreli enerji: Glikolitik enerji sistemi	7
2.3.3. Uzun süreli enerji: Aerobik enerji sistemi	7
2.4. Maksimum Oksijen Tüketimi (VO ₂ max)	10
2.5. Aerobik Kapasiteyi Etkileyen Faktörler	11
2.5.1. Genetik	11
2.5.2. Kondisyon seviyesi	11
2.5.3. Cinsiyet.....	11
2.5.4. Yaş.....	11
2.5.5. Vücut kompozisyonu.....	12
2.6. VO ₂ max Ölçümü	12
2.6.1. Direkt ölçüm yöntemleri.....	12
2.6.2. İndirekt ölçüm yöntemi	12
2.7. Spor ve Beslenme	13
2.7.1. Dayanıklılık sporlarında beslenme.....	13
2.7.2. Hidrasyon.....	25
2.6. Sportif Performans ve Genetik	25
2.6.1. Dayanıklılık performansı ile ilişkili genler	27

3.GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklemi	32
3.1.1. Dahil edilme, dışlanma ve çıkartılma kriterleri	32
3.2. Araştırmanın Genel Planı.....	33
3.3. Moleküler Analizler	34
3.3.1. DNA eldesi	34
3.3.2. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR).....	34
3.3.3. PZR saflaştırması (Enzimatik yöntem ile)	35
3.3.4. Dizileme	35
3.3.5. DNA dizi analizi	35
3.4. Hemogram Testi.....	36
3.5. Dayanıklılık Performansı Ölçümü.....	36
3.6. Besin Tüketim Kayıtlarının Değerlendirilmesi	36
3.7. Antropometrik Ölçümlerin Saptanması ve Değerlendirilmesi.....	37
3.8. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	37
4. BULGULAR	38
4.1. Maratoncuların Genel Özelliklerinin Değerlendirilmesi	38
4.2. Maratoncuların Genel Özelliklerinin Aerobik Performans ile İlişkilendirilmesi	41
4.3. Maratoncuların Günlük Besin Ögesi Alımlarına İlişkin Veriler ve VO ₂ max ile İlişkisi	43
4.4. Maratoncuların VO ₂ max'a İlişkin Verileri ve Eritrogram Sonuçları ile İlişkisi	51
5.TARTIŞMA	54
5.1. Maratoncuların Antropometrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	54
5.2. Maratoncuların VO ₂ max Bulgularının Değerlendirilmesi.....	54
5.3. Maratoncuların ACE, ACTN3, ADRB2, PPARGC1A, CRP, COL5A1, VDR ve EPOR geni genotip dağılımı ve alel sıklığı sonuçları.....	55
5.4. Genotip-fenotip korelasyonunun VO ₂ max'a etkisinin değerlendirilmesi	56
5.5. Enerji, Besin Ögesi ve Sıvı Alımlarının Değerlendirilmesi.....	56
5.6. Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımları ile VO ₂ max Değerlerinin Karşılaştırılması	57
5.7. Maratoncuların Eritrogram Sonuçlarının Değerlendirilmesi	58
5.8. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Güçlü Yönleri	58
5.9. Sonuç ve Öneriler	58

KAYNAKLAR	61
EKLER	78
EK 1. Etik Kurul Onayı	78
Ek 2. Kurum İzin Yazısı	79
Ek 3. Anket Formu	80
ÖZGEÇMİŞ	90



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Üç temel enerji sisteminin genel özellikleri	10
Tablo 2. Karbonhidrat ve yağların aerobik yolla kullanımı	14
Tablo 3. Vitaminlerin besinsel ergojenik etkisi.....	19
Tablo 4. Minerallerin besinsel ergojenik etkisi	22
Tablo 5. Spor performansında etkinliği olduğu düşünülen genler	26
Tablo 6. Genotip skorlama	34
Tablo 7. Maratoncuların kondisyonuna ait genel bilgilerin karşılaştırılması.....	38
Tablo 8. Maratoncuların fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi	39
Tablo 9. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarında 8 polimorfizm genotipi sıklığı.....	40
Tablo 10. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarının toplam genotip skorları.....	41
Tablo 11. Dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun aerobik performans değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Tablo 12. Maratoncuların antropometrik özellikleri ile VO ₂ max değerleri arasındaki ilişki.....	42
Tablo 13. Maratoncuların kondisyon özellikleri ile VO ₂ max değerleri arasındaki ilişki.....	42
Tablo 14. Dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun normatif VO ₂ max değerine ulaşma durumlarının karşılaştırılması.....	43
Tablo 15. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarının günlük enerji, sıvı ve besin ögesi alımlarının karşılaştırılması.....	44
Tablo 16. Gruplara göre günlük enerji ve besin ögesi alımı durumunun dağılımı ve karşılaştırılması.....	46
Tablo 17. Maratoncuların günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımı ile VO ₂ max değerleri arasındaki ilişki	48
Tablo 18. Maratoncuların günlük enerji ve besin ögesi alımının VO ₂ max'a etkisinin dağılımı	49
Tablo 19. Maratoncuların VO ₂ max durumlarına göre eritrogram sonuçlarının karşılaştırılması.....	52
Tablo 20. Gruplara göre eritrogram bulgularının karşılaştırılması.....	53
Tablo 21. Maratoncuların eritrogram sonuçları ile VO ₂ max değerleri arasındaki ilişki	53

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Farklı enerji sistemlerinin egzersiz sürecindeki katkısız oranları.....	8
Şekil 2. Farklı spor branşlarında enerji sistemlerinin kullanımı.....	9
Şekil 3. Araştırmanın genel planı	33



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ACE	Anjiyotensin I dönüştürücü enzim
ACSM	Amerikan Spor Hekimliği Koleji
ACTN3	Aktinin, alfa 3
ADA	Amerikan Diyetisyenler Derneği
ADP	Adenozin difosfatın
ADRA2A	Adrenoseptör alfa 2A
ADRB1	Adrenoseptör beta 1
ADRB2	Adrenoseptör beta 2
ADRB2	Adrenoseptör beta 2
ADRB3	Adrenoseptör beta 3
ADRB3	Adrenoseptör beta 3
AGT	Anjiyotensinojen
APOE1	Apolipoprotein E
ATP	Adenozin trifosfat
BEBİS	Beslenme Bilgi Sistemi
BKİ	Beden Kitle İndeksi
CHO	Karbonhidrat
CKM	Kreatin kinaz (kas)
CNTFR	Siliyer nörotrofik faktör reseptörü
CO₂	Karbondioksit
COA	Koenzim A
COL5A1	Kollajen, tip V
CP	Fosfokreatin
CRP	C reaktif protein
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EPOR	Eritropoietin reseptörü
GABPB1- GA	Bağlayıcı protein transkripsiyon faktörü, beta alt birimi 1
GDF-8	Miyostatin

GNB3	Guanin nükleotid bağlayıcı protein, beta polipeptit 3
H₂O	Su
HB	Hemoglobin
HCT	Hemotokrit
IGF-IR	Tip 1 insülin benzeri büyüme faktörü reseptörü
IL6-174	İnterlökin-6-174
ISSN	Uluslararası Spor Beslenmesi Topluluğu
KDR	Kinaz insert domain reseptörü
KKAL	Kilokalori
KM	Kilometre
MCH	Ortalama hücre hemoglobin
MCHC	Ortalama hücre hemoglobin konsantrasyonu
MCT	Orta zincirli yağ asitleri
MCT1	Monokarboksilat taşıyıcı 1
MCV	Ortalama hücre hacmi
MnSOD	Manganez süperoksit dismutaz
MT-ND2	Mitokondriyal kodlanmış NADH dehidrogenaz 2
NFATC4	Nükleer faktör aktive T-hücre c4
NOS3	Nitrik Oksit Sentaz 3
NRF-2	Çekirdek faktörü eritroit 2-İlgili faktörü
O₂	Oksijen
PPARD	Peroksizom proliferatörü-aktive reseptör deltası
PPARGC1B	Peroksizom proliferatörü- aktive reseptör gama, Koaktivatör 1 beta
PRO	Protein
PZR	Polimeraz zincir reaksiyonu
RBC	Eritrosit
RDA	Önerilen günlük besin alım miktarı
RDW	Eritrosit dağılım genişliği
ROC	Receiver Operating Characteristic
SLC16A1	Çözünmüş taşıyıcı aile 16 (monokarboksilat taşıyıcı), üye 1
SOD2	Süperoksit Dismutaz 2

TFAM	Transkripsiyon faktörü A, mitokondri
UCP2	Ayrıştırma proteini 2
UCP3	Ayrıştırma proteini 3
VDR	Vitamin D reseptörü
VEGF	Vasküler endotelyal büyüme faktörü
VO₂MAX	Maksimal oksijen tüketimi



GENETİK PROFİLLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLEN ERKEK MARATONCULARIN BESLENME PROGRAMLARININ VE GENOTİP-FENOTİP KORELASYONUNUN PERFORMANSA ETKİSİ

Öğrencinin Adı: İzel Aycan BAŞOĞLU

Danışmanı: Doç. Dr. F. Esra GÜNEŞ

Anabilim Dalı: Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı; dayanıklılık performansına yatkınlık sağlayan polimorfizmler aracılığıyla maratoncuların genetik profillerini değerlendirmek, beslenmenin ve genetik profilin spor performansındaki rolünü saptamaktır.

Gereç Yöntem: Çalışmaya gönüllü 18-45 yaşlarında 23 erkek rekreasyonel maratoncu dahil edilmiştir. Maratoncular genetik testler ile öngörülen genetik profillerine göre “Dayanıklılık Profili Grubu” ve “Güç/kuvvet Profili Grubu” olmak üzere iki gruba ayrılarak aerobik performans (VO_2max) ve beslenme durumları karşılaştırılmıştır. Katılımcıların DNA’ları bukkal sürüntü örneklerinden elde edilmiş ve beslenme durumları geriye dönük 3 günlük besin tüketim kayıtları ile saptanmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Maratoncuların günlük ortalama enerji, protein, karbonhidrat miktarı ve günlük enerjiden gelen yağ yüzdesi sırasıyla, 1791,8 (945,6-2170,4) kkal; 90,2 (50,4-105,8) g; 145,6 (108,2-190,0)g ve %40,0(34,3-45,0) olarak bulunmuştur. Maratonculardan hiçbirinin günlük önerilen enerji ve karbonhidrat alımı değerlerine ulaşamadığı gözlemlenirken, 16 (%69,6) maratoncunun yeterli protein aldığı ve Maratoncuların tamamının günlük önerilen yağ alımından daha fazla yağ tükettiği saptanmıştır. Maratoncuların günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımlarının aerobik performansı (VO_2max değeri) etkilemediği ($p>0,05$), genetik skorlarının ise %31,5 oranında etkilediği saptanmıştır ($p= 0,000$)

Sonuç: Maratoncuların besin tüketimlerinin aerobik performansı etkilemediği belirlenmiştir. Genetiğin ise aerobik performansı yaklaşık 1/3 oranında etkilediği saptanmıştır. Genetiğin ve beslenmenin aerobik performansa etkisinin daha büyük örneklem gruplarında değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: Dayanıklılık, Performans, Maraton, Genetik, Beslenme

EFFECTS OF NUTRITION PROGRAM AND GENOTYPE-PHENOTYPE CORRELATION ON PERFORMANCE IN MALE MARATHON RUNNERS EVALUATED ACCORDING TO GENETIC PROFILES

Student Name: İzel Aycan BAŞOĞLU

Supervisor: Doç. Dr. F. Esra GÜNEŞ

Department: Department of Nutrition and Dietetics

ABSTRACT

Aim: The purpose of the project is to assess the genetic profile of marathoners through predictive polymorphisms associated with endurance performance, and to determine the role of nutrition and genetic in aerobic performance.

Material method: Volunteer 23 male recreational marathon runners (18-45 years) were included in the study. Marathoners were divided into two groups as “Endurance” and “Power/Strength” profile groups according to their genetic profiles predicted by genetic testing and the aerobic performance (VO₂max) and nutritional status of the groups were compared. The DNAs were obtained from buccal swab samples and their nutritional status was determined by 3 days of food consumption records. The level of significance was accepted as $p < 0.05$.

Results: The median energy, protein, carbohydrate amount and percentage of fat from daily energy were 1791.8 (945.6-2170.4) kcal; 90.2 (50.4-105, 8) g; 145.6 (108.2-190.0) g and 40.0% (34.3-45.0) respectively. While none of the marathoners were able to reach the recommended daily energy and carbohydrate intake values, 16 (69.6%) of the marathoners had enough protein and all of the runners consumed fat more than the daily recommended intake. Although the daily energy, nutrient and fluid intake of the runners did not affect the aerobic performance (VO₂max value) ($p > 0,05$), genetic scores affected aerobic performance by 31.5%. ($p = 0,000$).

Conclusion: It was determined that although food consumption of marathoners did not affect aerobic performance, genetics affected aerobic performance by about 1/3. It was thought that the effects of genetics and nutrition on aerobic performance should be evaluated in larger sample groups.

Key words: Endurance, Performance, Marathon, Genetic, Nutrition

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sporda başarı, sporcuların hem genetik özellikleri hem de beslenme, antrenman ve çevresel özelliklerin sonucunda elde ettiği bir kazanımdır (Sercan ve ark., 2016). Günümüzde sporcu beslenmesine yönelik bilimsel verilerin ve pratik uygulamaların hızla geliştiği görülmektedir ve yapılan çalışmalar sonucunda planlı ve bilimsel bir beslenme stratejisinin spor performansını geliştirdiği bulunmuştur (Burke ve ark., 2013; Beck ve ark., 2015). Beslenme stratejisinin temeli sporcuya özel ve antrenman periyotlarına uygun olmasıdır. Bireysel beslenme stratejisinin spor türü, performans beklentisi, hedefleri, sporcunun beslenme alışkanlıkları ve tercihlerinin dikkate alınarak oluşturulması gerekmektedir (Jeukendrup, 2014). Yapılan spor branşına göre alınması gereken enerji ve besin ögesi miktarı değişmektedir. Bu farklılığın nedeni yapılan sporun türüne göre enerji kaynağı olarak kullanılan besin öğelerinin de farklılık göstermesidir (Şakar, 2010). Dayanıklılık sporları uzun süreli- düşük şiddetli aktivite gerektirirken kuvvet/güç sporları kısa süreli patlayıcı güç gerektirmektedir (Insel ve ark., 2004; Fink ve ark., 2006). Dayanıklılık spor dallarından biri olan maratonda enerji gereksinimi üç enerji sisteminden (fosfojen, anaerobik glikoliz/laktik asit ve aerobik sistem) karşılanmaktadır, ancak temel enerji sistemi aerobik sistemdir (Fink ve ark., 2006). Dayanıklılık sporcuları hem yarışma dönemlerinde hem de antrenman dönemlerinde fazla enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bütün sporcularda olduğu gibi dayanıklılık sporcularının da günlük enerji, makro ve mikro besin ögesi gereksinimi sedanter bireylerden yüksektir. Dayanıklılık sporcularının özellikle bazı vitamin ve minerallerin alınmasına (B, A, C, E vitamini, demir, kalsiyum, sodyum, potasyum) özen göstermesi gerekmektedir. Ayrıca uzun süreli egzersizler sırasında oluşan serbest radikallere karşı antioksidan vitaminler koruyucu etki gösterdiği düşünülmektedir (Insel ve ark., 2004; Fink ve ark., 2006; Gropper, 2009; Rodriguez, 2009). Sıvı tüketimindeki yetersizlik performansı doğrudan olumsuz etkilediğinden, dayanıklılık sporcularında hidrasyonun sağlanması da sporcunun beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir (Paik ve ark., 2009).

Spor genomiği çalışmaları, İnsan Genom Projesi'nden elde edilen genetik verilerin atletik performansın oluşması, geliştirilmesi ve sporcu sağlığının

korunmasındaki etkilerini araştırmıştır (Sercan ve ark., 2016). Bu araştırmalar, sporcuların genetik profillerinin performansı % 35-80 oranında etkilediğini göstermektedir (De Moor ve ark., 2007; Silventoinen ve ark., 2008). Genomik testlerin niteliği niceliksel olmaktan çok nitelikseldir. Genomik DNA profilinin tahmini ile üstün sporcu tespit edilip belirlenmemektedir, ancak spor performansı ile ilgili yetenek ve zayıflıklar öngörülebilmektedir Genetik dizilim varyasyonlarının (genetik profil) varlığı üzerine yapılacak yeni çalışmalar predispozan bir genomik varyantın mevcut olup olmadığını ve test edilen genler için genetik profilin, spor performans fenotipi ile ilgili güçlü veya zayıf yönleri belirleyip belirlemediğini gösterecektir (Kambouris ve ark., 2012).

Genetik altyapının özellikle kuvvet, dayanıklılık, kas kitesi, kas liflerinin tipi ve oranları ile akciğer kapasitesi üzerinde büyük etki gösterdiği bildirilmiştir (Işık, 2008). Dayanıklılık sporlarında bireylerin performansı aerobik enerjiye bağlıdır ve aerobik g, yoğun egzersiz sırasında vücudun kullanabileceği maksimum oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Aerobik kapasite ile ilgili genetik yatkınlık, dokuların oksijenlenmesi (kardiorespiratuar uyum) ve kaslardaki enerji metabolizması ile ilişkili birkaç genomik varyant test edilerek tahmin edilmektedir. Özellikle aerobik g ve dayanıklılık performansı üzerindeki etkileri nedeniyle anjiyogenez ve vazodilatasyona yardımcı genlerdeki varyantlar, kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Literatürde genetik varyantlar, atletik performansın farklı yönleri üzerindeki etkilerine göre gruplandığında dayanıklılık performansının araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur (Kambouris ve ark., 2012; Yvert ve ark., 2016).

Bu alışma dayanıklılık performansı ile ilişkilendirilen bu varyantlardan birkaçı aracılığıyla genetik profilleri değerlendirilen erkek maratoncuların beslenme programları ile genotip-fenotip korelasyonlarının aerobik performansa etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Spor Performansı

Fizikte, performans birim zamana düşen iş olarak tanımlanmasına rağmen, sportif performans tanımı, bu tanımdan çok daha karmaşıktır. Sportif performans yapılması gereken bir atletik görevin yerine getirilme esnasında başarı için ortaya konulan çabaların tümünü ifade etmektedir (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2004). Sportif performansın karmaşık yapısının sebebi, sonucu etkileyen faktörlerin sayısının çokluğu ve çeşitliliğidir. Bu nedenle spor performansı, müsabaka sırasında göreceli olarak kısa zamanda ve sonucu etkileyen faktörlerle beraber bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Performansı olumlu ve olumsuz etkileyebilen bu faktörler oluşum kaynaklarına göre içsel ve dışsal faktörler olarak ikiye ayrılır (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2009).

İçsel faktörler; genel anlamda insanda mevcut olan, kısmen genetik geçişli, zaman içinde küçük değişiklikler gözlenebilen ancak çevresel faktörlerden çok az etkilenen veya hiç etkilenmeyen faktörlerdir. Yaş, cinsiyet, anatomik yapı, genetik, zeka, lokomotor sistemin durumu, psikolojik denge, otonom sinir sistemi, salgı bezlerinin fonksiyonları, metabolizma, enerji kullanım mekanizmaları, organ sistemlerinin durumu, allerji, nöromüsküler ileti hızı, kardiyovasküler yapı içsel faktörlerin başlıcalarıdır (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2009).

Dışsal faktörler ise insanın vücudundan ve yapısından kaynaklanmayan, dışarıdan gelen ve bu nedenle de dolaylı olarak sportif performansı fiziksel veya psişik bileşenler üzerinden etkileyen faktörlerdir. Dışsal faktörler uygun koşullar ve müdahaleler ile değiştirilip geliştirilebilmektedir. Sayıları içsel olanlara göre çok daha fazla olan dışsal faktörler; sıcaklık, iklim, malzeme, seyirci, sosyal çevre, arkadaşlık, aile, tüm ekonomik bileşenler, beslenme, sakatlıklar, doping, ergojenik destekler, dışarıdan gelen olumsuz sözler, saat farkı, boş zamanları değerlendirme yöntemleri, cinsellik, rol model belirleme, takdir edilme güdüsü, antrenman teknikleri, antrenman niteliği,

niceliği, ısınma, esneklik, antrenör, dinlenme aralığı, soğuma, uyku düzeni ve kalitesidir (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2004).

2.2. Dayanıklılık Performansı ve Dayanıklılık Sporları

Günlük bedensel hareketleri yorgunluk durumu ortaya çıkmadan yapabilme yeteneği ise fiziksel uygunluk olarak tanımlanır ve fiziksel uygunluğun temel bileşenlerinden biri dayanıklılıktır (Castillo-Garzón ve ark, 2006; Fink ve ark., 2006).

Dayanıklılık, sporcunun yorgunluğa karşı direnme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Erikoğlu Örer ve ark., 2016). Dayanıklılık sporları, uzun süreli ve düşük şiddetli aktivite gerektiren, oksijenin en fazla kullanıldığı spor dallarıdır (Fink ve ark., 2006; Benardot D, 2000). Orta mesafe koşuları, uzun mesafe koşuları, kross, maraton, 20 km ve 50 km yürüyüş, uzun mesafe kaya, yüzme (200-1500m), 2000 m kürek, bisiklet yarışları, paten kayma ve dağcılık gibi sporlar uzun süreli ve dayanıklılığın ön planda olduğu spor dallarına örnektir (Sevim, 2002). Dayanıklılık sporcuları; 30 dakika-4 saat aktivite gösteren, ultra dayanıklılık sporcuları ise; 4 saatten uzun süreli aktivitede bulunan sporcular olarak tanımlanmaktadır. Yapılan aktivite gerek dayanıklılık gerektiren uzun süreli veya gerekse güç gerektiren kısa süreli bir aktivite olsun dayanıklılık bütün sporcular için önemlidir (Fink ve ark., 2006). Maraton olarak bilinen 42,2 km'lik (26,2 millik) mesafe koşusu, genellikle en zorlu dayanıklılık sporlarından biri olarak kabul edilmektedir (Zourdos ve ark., 2015). Tüm spor dallarında sportif performansını belirleyecek olan kasların kuvveti, gücü ve dayanıklılığıdır (Guyton ve Hall, 2017).

2.3. Egzersizde Kasın Metabolik Sistemleri

İstemli ya da istemsiz bir kasılmanın olabilmesi için enerjiye ihtiyaç vardır ve bu enerjinin ilk kaynağı Adenozin Trifosfat (ATP)'tır (Spencer ve ark., 2005). Egzersiz sırasında iskelet kaslarının kontraksiyonu için gerekli olan ATP miktarı üç ayrı enerji transfer sistemiyle sağlanır (Şekil 1). Kullanılacak enerji transfer sistemi egzersizin süresi ve yoğunluğuna göre değişmektedir (McArdle ve ark.,2000).

1. Hazır enerji: Fosfojen sistemi (ATP-CP sistemi)
2. Kısa süreli enerji: Glikolitik enerji sistemi (Laktik asit sistemi)
3. Uzun süreli enerji: Aerobik enerji sistemi

İlk iki sistemde ATP'nin yeniden sentezi sırasında oksijene ihtiyaç duyulmadığından bu sistemler anaerobik sistemler olarak adlandırılmaktadır. Üçüncü sistem ise aerobik enerji sistemidir ve bu transfer sisteminde ATP'nin yeniden sentezi esnasında aktif kaslardan oksijen iletimi çok büyük önem taşır (Güzel NA, 2018)

2.3.1. Hazır enerji: Fosfojen sistemi (ATP-CP sistemi)

Kısa süreli ve patlayıcı güç gerektiren halter, disk, gülle, çekiç, 100 m kısa mesafe koşu, masa tenisi gibi spor branşlarında ve kısa süreli yoğun egzersizler sırasında hızla hemen devreye giren enerji transferi sistemidir (Fink ve ark., 2006; Scott, 2005). Fosfokreatin (CP) kasta depolu olan, yüksek enerji bağı içeren, ATP gibi parçalandığında önemli miktarda enerji açığa çıkaran kimyasal bir bileşiktir. Aktivite sırasında CP hidrolize uğrar, bunun sonucunda kreatin, fosfat ve enerji oluşur. Açığa çıkan enerji ATP'nin yeniden sentezi için kullanılır ve kasın acil enerji ihtiyacını kısa yoldan karşılar (Günay ve ark, 2018). Çok yüksek şiddette, 10 saniye kadar süren ani eforlarda kas kasılması için gereken enerjinin büyük bir kısmı bu yolla sağlanmaktadır (Ergen ve ark.,2007). Aktivitenin süresi uzadıkça, anaerobik glikoliz enerji sistemi de kullanılmaya başlanmaktadır (Özdemir, 2010).

2.3.2. Kısa süreli enerji: Glikolitik enerji sistemi

Kısa süreli yoğun egzersizin devamı için ATP'nin yeniden sentezlenmesi gerekir. Kas dokusundaki glikojenin pirüvik asitten laktik asite kadar yıkımını sağlayan glikolizis ile Adenozin difosfatın (ADP) fosforilize edilir. Aerobik yolla (39 mol ATP) kıyaslandığında glikolizisiz (3 mol ATP) ile sınırlı sayıda ATP üretilmektedir (Sönmez, 2002). Yeterli oksijenin bulunmadığı durumlarda enerji ihtiyacı glikolizisle sağlanır. Glikolizisle elde edilen ATP, rezerv enerji olarak, egzersizin hızlı başlangıcında, 1 mil koşunun son birkaç yüz metresinde veya 400 m'lik hız koşusunda, 100 m'lik hızlı yüzmede ve 200-400 m'lik hızlı yürüme yarışlarında kullanılır. Yapılan fiziksel aktivitenin süresi yaklaşık 2,5-3 dakika olduğunda ağırlıklı olarak bu enerji sistemi devreye girmektedir (Yıldız, 2012).

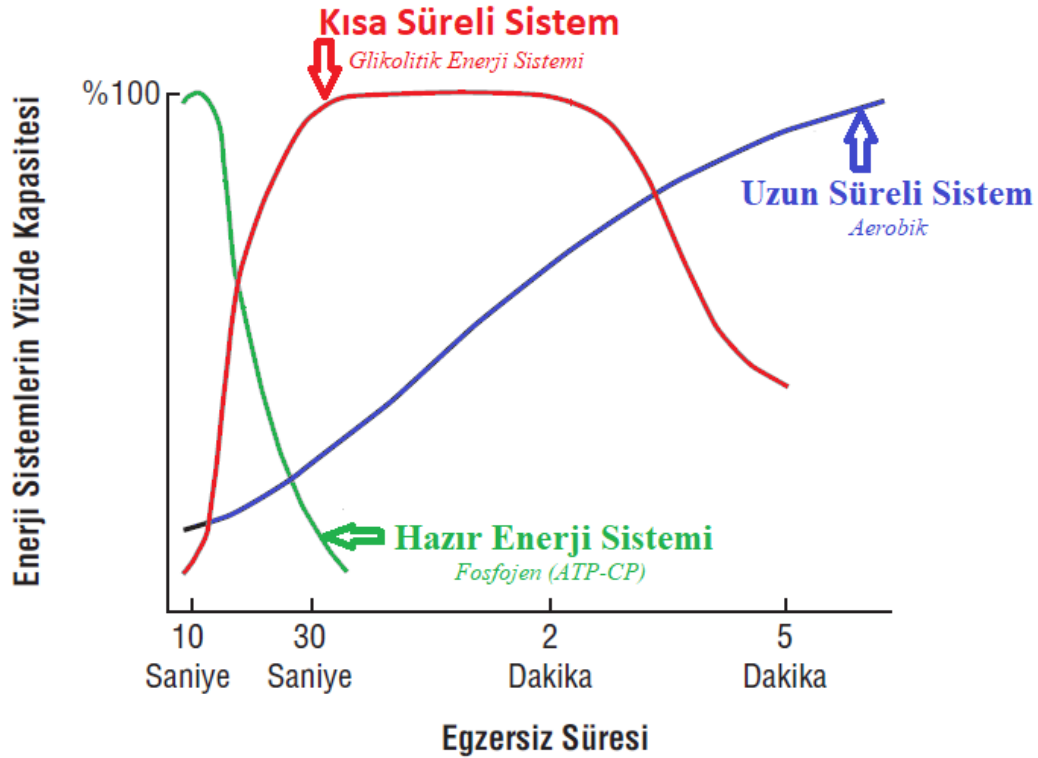
2.3.3. Uzun süreli enerji: Aerobik enerji sistemi

Aerobik metabolizma sistemi ile, anaerobik metabolizmada üretilenden çok daha fazla ATP üretildiğinden en ekonomik sistemdir ve ATP üretimi daha yavaş olmasına

rağmen, kapasitesi hemen hemen sınırsızdır (Günay ve ark, 2018; Billaut ve Basset, 2007).

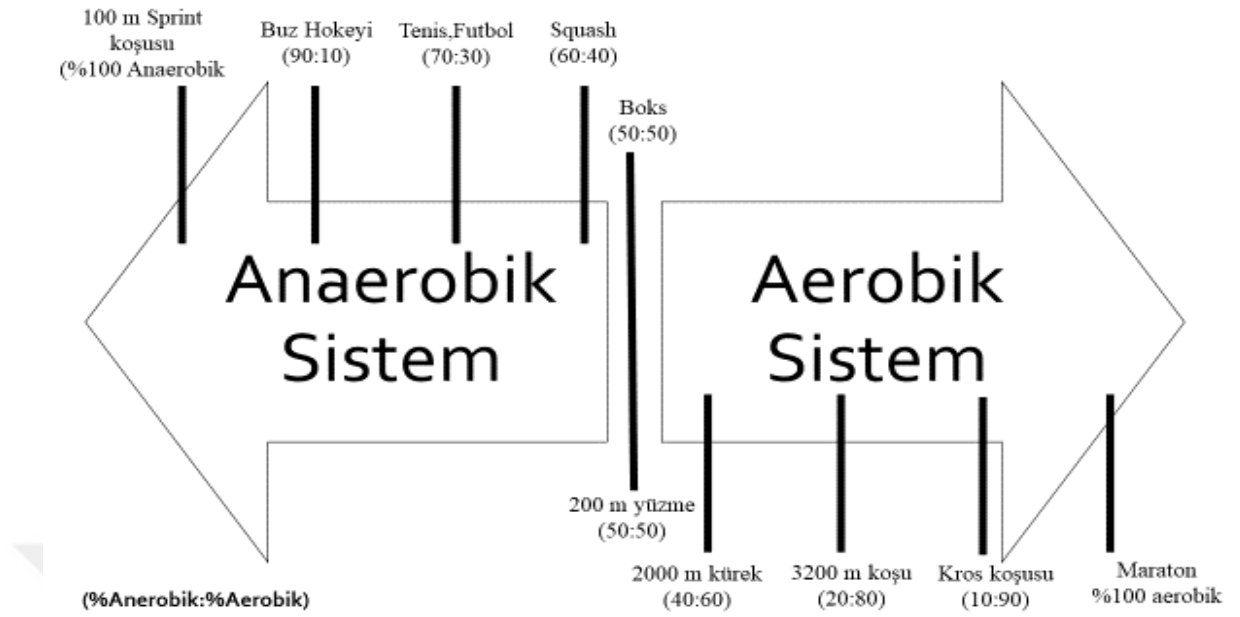
ATP'nin yeniden sentezlenmesi için pirüvik asidin direkt olarak krebs döngüsüne girmesi, yağların β -oksidasyona uğraması ve mitokondri oksijen transfer sistemlerinin devreye girmesi gerekmektedir (Yıldız, 2012).

Ağırlıklı olarak aerobik metabolizmanın etkinliğinin gerektiği egzersizler submaksimal seviyedeki uzun süreli aerobik "dayanıklılık egzersizleri" olarak adlandırılır (Stone ve ark., 2007). Aerobik metabolizmaya egzersizin/sporun süresi 2 dakikadan 2-3 saate kadar devam ettiğinde genel olarak transfer edilen enerji sistemi aerobik enerji sistemidir. Bu tür egzersizlerde O_2 'nin kas hücrelerine taşınabilmesi için yeteri kadar uzun bir zaman vardır. Bu da egzersizde ihtiyaç duyulan ATP'nin çoğunu sağlamaktadır (Billaut ve Basset, 2007). Farklı enerji sistemlerinin egzersiz sürecindeki kullanımları Şekil 1'de, farklı spor branşlarında enerji sistemlerinin kullanımı Şekil 2'de gösterilmiştir (McArdle ve ark., 2000; Insel ve ark., 2004).



Şekil 1. Farklı enerji sistemlerinin egzersiz sürecindeki katkısız oranları

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Essentials of Exercise Physiology. 2th ed. Johnson E, Gulliver K, eds. Lippincott Williams and Wilkins 2000;170-205.



Şekil 2. Farklı spor branşlarında enerji sistemlerinin kullanımı

Insel P., Turner RE., Ross D., "Nutrition", Secon edition, American Dietetic Association, Jones and Bartlett Publishers, pp. 317, Canada, 2004.

Bir sportif aktivitede bu enerji sistemleri, açılıp-kapanma gibi ayrı ayrı değil, aktivite özelliğine (süre ve yoğunluk olarak) göre birbiri içinde kayarak devreye girer (Yıldız, 2012). Tablo 1'de üç temel enerji sisteminin genel özellikleri verilmiştir (Ersoy, 2012).

Tablo 1. Üç temel enerji sisteminin genel özellikleri

Enerji Sistemleri	Anaerobik		Aerobik
	Fosfojen sistemi (ATP-CP sistemi)	Glikolitik enerji sistemi	Aerobik enerji sistemi
Kimyasal Enerji	CP	Glikojen	Glikojen ve yağ
O₂ Gereksinimi	Yok	Yok	Var
Enerji Üretim Hızı/süresi	Hazır enerji En hızlı sistem (10-15 sn)	Kısa süreli enerji Hızlı sistem (45 sn-2 dk)	Uzun süreli enerji Yavaş (sürekli-besin bulunduğu sürece)
Enerji Üretim Miktarı	Az ve sınırlı	Az ve sınırlı	Çok ve sınırsız

2.4. Maksimum Oksijen Tüketimi (VO₂max)

Maksimal oksijen tüketimi VO₂max; vücut ağırlığının kilogram başına dakikada tükettiği oksijen miktarıdır (Günay ve ark., 2018). Dayanıklılık kelimesiyle eşanlamlı olarak kullanılan aerobik kapasite, önceden belirlenen bir “Egzersiz Test Protokolü” uygulanarak, kademeli artan bir egzersiz testiyle yapılan maksimum yüklemde maksimal oksijen en yüksek VO₂max değerinin ölçülmesi ile ortaya konur ve egzersizi uzun süre sürdürebilme yeteneği anlamına gelir. VO₂max, en iyi, kolay uygulanabilir ve güvenilir kardiyovasküler fitness ve aerobik kapasite göstergesidir (Yıldız, 2012; Reilly T ve Cable, 2000; Montes ve ark., 2018)

Bireyin maksimum oksijen tüketimi, yaş, cinsiyet, genetik, kondisyon seviyesi, vücut kompozisyonu, kalp debisi, lokomotor kan akımı, kanın oksijen taşıma kapasitesi, kastaki mitokondrilerin hacim yoğunluğu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kanstrup ve Ekblom, 1984; Andersen, 1985; Levine, 2008, Yıldız, 2012; Weibel ve Hoppeler, 2005).

VO₂max değeri, dakikada litre (l.dk⁻¹) veya ml (ml.dk⁻¹) cinsinden kullanılan total O₂ miktarı olarak belirtilebileceği gibi daha doğru ve karşılaştırılabilir bir birim olan, bireyin vücut ağırlığı kilogramı başına düşen VO₂max miktarı şeklinde de (ml. kg⁻¹

dk⁻¹) ifade edilebilmektedir (Yıldız, 2012). Bu değer kondisyon düzeyi düşük kişilerde 20ml/kg/dk'dan daha düşükken, üst düzey dayanıklılık sporcularında ise 70ml/kg/dk olabilmektedir (Barnes ve Kilding, 2015).

2.5. Aerobik Kapasiteyi Etkileyen Faktörler

2.5.1. Genetik

Genetiğin VO₂max üzerine ortalama %40 oranında etkisi olduğu bildirilmektedir (McArdle ve ark., 2000). Aerobik dayanıklılık, kas gücü gibi özellikler için bazı avantajlı genetik özelliklere sahip bireyler hızlı cevap verip yükseliş gösterirken farklı genetik yapıdaki bireylerin ise düşük tepki gösterdiği bilinmektedir (Myerson ve ark., 1999; Taylor ve ark., 1999).

2.5.2. Kondisyon seviyesi

Düzenli yapılan aerobik egzersizlerin seviyesi, VO₂max üzerinde önemli etkiler yapmaktadır (McArdle ve ark., 2000). Haftada 3 gün, 30-40 dakika yapılan aerobik antrenman egzersizinin, maksimal aerobik güçte başlangıçta %50 daha sonra %80 oranında artış sağladığı gösterilmiştir. Aynı yaş gruplarında, VO₂max'ın atletlerde atlet olmayan kişilere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Astrand ve ark.,1997).

2.5.3. Cinsiyet

VO₂max değeri sedanter kadınlarda erkeklere göre %15-30, antrene kadınlarda antrene erkeklere göre %15-20 daha düşük olduğu bildirilmektedir. Bu farkın erkeklerde hemoglobin miktarının %10-14 daha fazla ve vücut yağ oranlarının daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yıldız, 2012).

2.5.4. Yaş

Doğumdan itibaren yaşla birlikte artarak, erkeklerde 18-20, kadınlarda 14-16 yaşlarında en yüksek değere ulaşmaktadır. On yaşa kadar cinsiyetler arasında VO₂max değerinde fark bulunmamaktadır İlerleyen dönemlerde fark belirmeye başlar, VO₂max değeri erişkin kadınlarda erkeklere göre %25-30 daha düşüktür. Kas enine kesit çalışmaları ile yaşlanmaya bağlı VO₂max değerinde her on yılda %10'luk bir azalma olduğu gösterilmiştir (Armstrong, 2006). Maksimal oksijen tüketim değerinde yaşla meydana gelen bu azalmanın fizyolojik parametrelerdeki değişiklikler (kalp debisinin düşmesi, akciğer kapasitesinin azalması, motor nöron kaybı vb.) ile açıklanabileceği

düşünülmektedir. Yaşlı kişilerde sedanter yaşam şeklinin getirdiği değişikliklerin de bu azalmada etkili olabileceği bildirilmiştir (Yıldız,2012).

2.5.5. Vücut kompozisyonu

VO₂max değeri ile yağsız vücut kitlesi arasında anlamlı ilişki olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, vücut yağ oranı erkeklerde kadınlardan daha düşük olduğundan, VO₂max değeri erkeklerde kadınlara göre daha yüksektir (Yıldız,2012).

2.6. VO₂max Ölçümü

Uzun süreli egzersizlerde (10 dk'dan uzun) temel enerji kaynağı karbonhidrat ve yağlardır. Enerjinin büyük çoğunluğu (uzun süreli enerji sistemi) aerobik sistem ile sağlanır. Bu nedenle uzun süreli egzersizin kalite ve düzeyi VO₂max ile yakından ilişkilidir. Belirli bir "Egzersiz Test Protokolü" uygulanarak, tedricen artan bir egzersiz testiyle yapılan maksimum yüklemde en yüksek VO₂max değerinin ölçülmesi ile ölçülmektedir. (Yıldız, 2012). VO₂max ölçümünün iki farklı yöntemi bulunmaktadır.

2.6.1. Direkt ölçüm yöntemleri

Laboratuvar koşullarında maksimal yüklemde ekspirasyon havasındaki oksijen-karbondioksit miktarının oksijen ve karbondioksit gaz analizörleriyle ölçülmesi prensibine dayanır (Yıldız, 2012). Maksimal aerobik gücün direkt yöntemlerle ölçümü testlerin zorluğu, yorucu ve hatta tehlikeli olması nedeni ile her çeşit ergometre kullanımında oldukça sınırlıdır. Direk ölçüm yöntemlerinde 3 temel metot vardır.

1. Koşu bandı (koşma ve yürüme): Mitchell, Sproule, Chapman Yöntemi, Saltin Astrand Yöntemi, Ohio State yöntemi
2. Bisiklet: Sabit yükleme ve sürekli artan yükleme yöntemleri
3. Basamak testi (step test)

2.6.2. İndirekt ölçüm yöntemi

Submaksimal yüklemle kalp hızı, yük, zaman, mesafe vb parametre değişimleri ile hesaplanmaktadır. İndirek ölçüm yöntemlerinde 4 temel metot vardır.

1. Bisiklet Metodu: Astrand Astrand Nomogramı, Astrand Bisiklet Ergometre Testi, PWC170 Bisiklet Ergometre Testi
2. Koşu Bandı Metotları: Balke Koşu Bandı Testi, Robert Bruce Koşu Bandı Testi 10
3. Basamak Testleri: Harvard Basamak Testi, Submaksimal Basamak Testi

4. Koşu Testleri: 12 Dakika Koş Yürü Testi (Cooper), 20 Metre Mekik Koşu Testi örnek verilebilir (Günay ve ark., 2018).

2.7. Spor ve Beslenme

Sporcunun başarısında genetik yatkınlıklar kadar, düzenli antrenman, yeterli ve dengeli beslenme ve sporcunun motivasyonu da önem taşımaktadır. Araştırmalar düzenli antrenman programlarıyla beraber uygulanan planlı ve bilimsel beslenme stratejisinin, sporcunun dayanıklılık ve atletik performansını geliştirdiği yönünde sonuçlar vermektedir (Şakar, 2010; Beck ve ark., 2015). Beslenme stratejisinin sporcuya özel ve antrenman periyodlarına uygun olması ve spor türü, performans beklentisi, sporcunun hedefleri, beslenme alışkanlıkları ve tercihlerinin dikkate alınarak oluşturulması gerekmektedir (Jeukendrup, 2014). Temel beslenmeye yönelik günlük önerilerin yanı sıra antrenman veya müsabaka öncesi, sırası ve sonrasındaki toparlanma dönemine yönelik spesifik öneri ve uygulamaları içermelidir (Beck ve ark., 2015).

Sporcuların beslenme programlarının yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, egzersiz süresi, sıklığı ve şiddeti gibi faktörler göz önüne alınarak hazırlanması gerekmektedir (Günay ve ark., 2018). Egzersizde enerji oluşumu için kullanılan kaynağı belirleyen egzersiz şiddetidir. Farklı spor branşlarında kullanılan enerji sistemleri için, enerji ve besin öğeleri gereksinmesi farklı olabileceği gibi, aynı spor branşında yer alan ya da aynı takımda oynayan sporcuların gereksinimleri de birbirinden farklı olabilmektedir. Bu nedenle sporcuların beslenme programlarının kişiye özel hazırlanması gerektiği belirtilmektedir (Özdemir, 2010).

2.7.1. Dayanıklılık sporlarında beslenme

Enerji gereksinimi

Dayanıklılık egzersizleri sırasında enerji gereksinimi, üç enerji sisteminden de karşılanmaktadır ancak temel enerji sistemi uzun süreli aerobik sistemdir (Insel ve ark., 2004). İki dakikadan daha uzun süren egzersizlerde karbonhidrat ve yağ aerobik olarak CO₂, H₂O ve ATP'ye parçalanır. Egzersiz sırasında kullanılacak karbonhidrat ve yağın miktarı/oranı egzersizin şiddetine bağlı olarak değişmektedir. Tablo 2'de karbonhidrat ve yağların enerji amacıyla kullanımı gösterilmektedir (Özpinar, 2018).

Tablo 2. Karbonhidrat ve yağların aerobik yolla kullanımı

Enerji Kaynağı	Kullanım zamanı	Egzersiz
Glikoz (Aerobik) Yoğunluk arttıkça kullanım da artar.	2 dk 4-5 saat	Basketbol, yüzme ve koşu
Yağ (Aerobik) Daha düşük eforlu egzersizlerde enerji gereksiniminin çoğu yağlardan karşlanır.	2 dk 4-5 saat	Uzun mesafe koşu, bisiklet

Dayanıklılık sporcularının enerji harcaması, yapılan egzersizin süresi, şiddetine, sporcunun cinsiyetine, yaşına, vücut ağırlığına bağlı olarak 600-1200 kkal/saat arasında değişebilmektedir. (Özdemir, 2010; Kreider ve ark., 2010). Dayanıklılık sporcularının enerji gereksinimleri 50-80 kkal/kg/gün olduğu tahmin edilmektedir (Otten ve ark., 2006). Bu vücut ağırlığına bağlı olarak 50-100 kg ağırlığındaki bir dayanıklılık sporcusunun optimal dayanıklılık performansı ve egzersiz sonrası toparlanmasında enerji dengesinin sürdürülebilmesi için günde 2500 - 8000 kkal enerji alması gerektiği anlamına gelmektedir (Kerksick ve Kulovitz, 2013). Yeterli beslenmenin sağlanamaması durumunda kronik yorgunluk, dehidratasyon yaralanma ve hastalık riskinin artması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle hem sportif başarıyı sağlamak hem de sporcunun sağlığını korumak için harcanan enerji depolarının mutlaka yerine konması gerekmektedir (Fink ve ark., 2006).

Karbonhidratlar

Uzun süreli bir egzersiz sonrası kas glikojen depoları boşalarak yorgunluğa neden olabildiği için dayanıklılık sporcularının beslenmesinde karbonhidratlar (CHO) çok önemlidir (Özdemir, 2010). Önerilen günlük karbonhidrat ihtiyacı, 6-10g/kg/gün'dür (Rodriguez ve ark., 2009; Burke ve ark., 2006; Kreider ve ark., 2010; Jeukendrup, 2011). Karbonhidrat alımının miktarının yanı sıra bileşiminin ve zamanlamasının kas ve karaciğerde glikojen depoları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Kerksick ve Kulovitz, 2013). Basit şekerlerin toplam enerjiye katkısının %10'u geçmemesi, daha çok kompleks karbonhidratların tercih edilmesi gerekmektedir (Howley ve Franks, 1997).

Yarışma veya yoğun bir egzersiz öncesinde, kas glikojen depolarında doyunluğun sağlanması için yarıştan 1 hafta önce antrenman şiddeti azaltılarak, diyetin karbonhidrat oranı %70'lere çıkarılarak yapılan karbonhidrat yüklemesinin yararlı olduğu bildirilmektedir (Fink ve ark., 2006; Ersoy, 2012; Ersoy, 1995) Egzersiz/yarışma öncesi öğün, egzersizden yaklaşık 3 - 4 saat önce 150 ila 300 gram karbonhidrat (3-5 g/kg vücut ağırlığı) içermelidir. Egzersizden önce tüketilen bu miktarın, kas ve karaciğer glikojen depolarının en üst düzeye çıkarılmasında ve uzun süreli, orta şiddette, yüksek yoğunluklu egzersizler boyunca kan glikoz konsantrasyonlarının sürdürülmesinde yardımcı olduğu belirlenmiştir. Egzersiz öncesi öğünde mide boşalmasını en üst düzeye çıkarmak ve mide rahatsızlığını en aza indirmek için az miktarda yağ ve lif içeren yiyeceklerin tercih edilmesi önerilmektedir (Kerksick ve Kulovitz, 2013).

Dayanıklılık sporcuları ile yapılan çalışmaların sonucunda 1 saatten uzun süren orta ve yüksek yoğunluklu dayanıklılık egzersizlerinin/yarışmanın her bir saati için 60 g veya 0.5-1.0 g/kg (vücut ağırlığı) sıvı veya katı karbonhidrat tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Burke ve ark., 2006; Jeukendrup, 2011). Aktivite sırasında enerji gereksinimini karşılamaya çalışmak bazı sporcularda mide bulantısı ve kramplara neden olabilmekte ve bu nedenle besin tüketimi zorlaşmaktadır. Bu durumda sporcuların sodyum, sıvı, karbonhidrat ve enerji ihtiyacını karşılayan sindirimi kolay besinler (spor içecekleri ve jelleri) tercih etmesi gerekmektedir (Özdemir, 2010). Egzersizin her 15-30 dakikalık periyotlarında % 6 - 8 karbonhidrat konsantrasyonu içeren (100 mL sıvı başına 6 - 8 gram karbonhidrat) 200-250 ml glikoz-elektrolit çözeltilerini içmenin, epizodik olmayan mide boşalımı ve enerji sağlama arasındaki ideal dengeyi sağladığı, performans ve toparlanmayı olumlu yönde etkilediği bulunmuştur (Burke ve ark., 2006; Jeukendrup, 2004). İçeceğe protein eklenmesi (CHO/PRO = 3-4/1), dayanıklılık performansını ve glikojen resentezini artırmaktadır (Ersoy, 2012; Dietitians of Canada, 2009). Çalışmalar sonucunda protein ilave edilmiş karbonhidrat içeceklerinin gerek dayanıklılığı artırdığı gerekse yorgunluk zamanını geciktirdiği belirlenmiştir (Valentine ve ark., 2008).

Egzersiz/yarışma sırasında kaybedilen glikojenin geri kazanımını kolaylaştırabileceği ve kas proteini yıkımını en aza indirebileceği için egzersiz

bitiminden hemen sonra (15-30 dk içinde) 1-1.5 g/kg karbonhidrat tüketilmeli ve 6 saat boyunca 2 saatte bir tekrarlanmalıdır (Fink ve ark., 2006; Dietitians of Canada, 2009; Millard-Stafford ve ark., 2008). Egzersizin süre ve yoğunluğu arttıkça karbonhidrat alımı da artırılmalıdır. İki egzersiz arasındaki süre kısa ise karbonhidrat alımının zamanlaması ve miktarı daha yüksek bir önem kazanmaktadır (Kerksick ve Kulovitz, 2013).

Proteinler

Protein, dayanıklılık sporcuları için önemli bir besin ögesidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda dayanıklılık sporcularında özellikle kuvvet antrenmanlarına dayalı olarak protein oksidasyonunun ve buna bağlı protein gereksiniminin arttığı belirlenmiştir. Dayanıklılık sporcularının protein gereksinimi sporcunun antrenman yoğunluğu, süresi, cinsiyeti, günlük enerji ve karbonhidrat alımı ve mevcut kondisyon seviyesi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Kerksick ve Kulovitz, 2013). Önerilen miktar, yaklaşık 1,1-2,0 g/kg/gün ve toplam enerjinin %12-20'si olmalıdır (Fink ve ark.,2006; Dietitians of Canada, 2009). Yapılan birçok çalışmada, egzersiz sonrası karbonhidrata ilave olarak protein alımının kas glikojen yenilenmesini hızlandırdığı ve kas dokusundaki hasarın toparlanmasına yardımcı olduğu belirlenmiştir (Millard-Stafford ve ark., 2008; Howarth ve ark., 2009; Morifuji ve ark., 2009; Tang ve ark., 2007; Saunders ve ark., 2009; Ivy ve ark., 2008).

Elit dayanıklılık sporcularının, düşük-orta şiddette yoğunluklu dayanıklılık aktivitesini gerçekleştiren rekreasyonel sporculara göre protein gereksinimlerinin % 25 arttığı (1,6 gram protein/kg vücut ağırlığı) tahmin edilmektedir (Kerksick ve Kulovitz, 2013). Protein alımının zamanlaması sporcuya kas sentezini ve onarımını hızlandırma, kas glikojen depolarını geliştirme, uyku kalitesini artırma, kan glikoz seviyelerini sabit tutma ve daha iyi glisemik cevap oluşturmada avantaj sağlamaktadır (Austin ve Seebhar, 2011; Ormsbee ve ark., 2014). Kas sentezini destekleyici etkisini göstermesi için egzersizden önce 6-20 g protein alımının yeterli olduğu bildirilmiştir (Austin ve Seebhar, 2011). Uluslararası Spor Beslenmesi Topluluğu (ISSN) özellikle dayanıklılık egzersizlerinde, egzersiz sırasında protein alımının kas glikojen depolarını artırması dayanıklılık performansını geliştirmesi, kas yıkımını azaltması ve sonuç olarak egzersiz uyumunu artırdığını ifade etmektedir. Ayrıca egzersiz sırasında

karbonhidrat protein alımı oranının 3-4:1 olacak şekilde verilmesi önerilmektedir (Kerksick ve ark., 2018; Potgieter, 2013)

Toparlanma döneminde erken protein desteğinin hem dayanıklılık hem de direnç egzersizleri sonrası ilk 3-4 saatte sağlanması gerektiği ifade edilmektedir. Erken dönem protein desteğinin dışındaki zamanda 12 saat boyunca uzun dönemli toparlanmadaki durumu değerlendiren araştırmalar olmamakla birlikte egzersiz türünden bağımsız olarak 0,25-0,30 g/kg proteinin istirahat dönemindeki ve egzersiz sonrası öğünlerde alınması gerektiği ifade edilmektedir (Tang ve ark., 2008; Levenhagen ve ark., 2001). Özellikle dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarını kombine eden sporcularda protein ve karbonhidratın birlikte alımı glikojen depolarını bir sonraki egzersizden önceki toparlama döneminde yüksek miktarda karbonhidrat alımına gerek olmaksızın avantaj sağlayabilmektedir (Howarth ve ark., 2010).

Yağlar

Dayanıklılık sporcularında yağlar enerji kaynağı olarak kullanılsa da orta düzeyde tüketilmesi gerekmektedir. Enerji kaynağı olarak yağ; yağda çözünen vitaminler ve elzem yağ asitlerinin vücuttaki yararlılığı açısından, sporcu diyetinde önemlidir ve toplam enerjinin %20-30'u düzeyinde olmalıdır. Enerji gereksiniminin çok fazla olduğu durumlarda yağ tüketiminin %35'lere çıkarılabileceği ile ilgili bulgular mevcuttur (Fink ve ark. 2006; American Dietetic Association ve Dietitians of Canada, 2009). MCT (orta zincirli yağ asitleri) ile ilgili yapılan çalışmalar, glikojen depolarında boşalmayı geciktirdiği ve yorgunluk zamanını uzattığı yönündedir (Nosaka ve ark., 2009). Son zamanlarda yüksek yağ içerikli diyetli uzun süreli egzersizlerde intramüsküler trigliserit konsantrasyonlarını artırarak glikojen depolarını korumak için yeni bir beslenme stratejisi olacak düşünülmüştür ancak Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), Amerikan Diyetisyenler Derneği (ADA) ve Kanada'nın Diyetisyenleri tarafından yayımlanan bir konsensusta yağ alımının %20-35 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (American Dietetic Association ve Dietitians of Canada, 2009; Rodriguez ve ark., 2009).

Vitaminler

Birçok araştırma, bazı vitaminlerin (E vitamini, niyasin, folik asit, C vitamini vb.) sağlığa yararlı etkileri olabileceğini göstermesine rağmen, az sayıda çalışmada vitaminlerin sporcular için doğrudan ergojenik destek sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte E ve C vitamini gibi antioksidan vitaminler uzun süreli egzersizlerde sporcuların oksidatif hasarını azaltarak ve / veya bağışıklık sistemini korumaya yardımcı olarak sporcuların performansını geliştirmeye yardımcı olabilmektedir (Kreider ve ark., 2010). Bütün sporcular için vitamin–mineral gereksinimi, sedanter bireylerden yüksektir ve yeterli miktarda tüketilmesine özen gösterilmelidir (Özdemir, 2010). Yağda ve suda çözünen vitaminlerin önerilen günlük alım miktarları (RDA) ve ergojenik yararlarına ilişkin bulgularının özeti Tablo 4’te verilmiştir.

Mineraller

Mineraller doku yapısı, enzim ve hormonların bileşeni, metabolik ve nöral kontrol düzenleyicileri olarak görev yapan, vücuttaki çeşitli metabolik süreçler için gerekli olan temel inorganik elementlerdir. Bazı minerallerin sporcularda eksik olduğu veya egzersize yanıt olarak miktarının düştüğü bulunmuştur. Mineral durumu yetersiz olduğunda, egzersiz kapasitesi azalabilmektedir (Kreider ve ark., 2010). Sporcularda egzersiz kapasitesini etkileyebileceği düşünülen mineraller Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 3. Vitaminlerin besinsel ergojenik etkisi

Vitamin	RDA	Önerilen Ergojenik Etki	Araştırma Bulgularının Özeti
A vitamini	Erkek 900 mcg / gün Kadın 700 mcg / gün	A vitamininin görmeyi olumlu yönde etkileyerek spor performansını geliştirebileceği düşünülmektedir.	A vitamini takviyesinin egzersiz performansını geliştirdiğini gösteren hiçbir çalışma bulunmamaktadır.
D vitamini	5 mcg / gün (yaş <51)	Kemik büyümesini ve mineralleşmeyi destekler. Kalsiyum emilimini artırır.	Kalsiyum ile birlikte C vitamini takviyesi, osteoporozla yatkın olan sporcularda kemik kaybını önlemeye yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, D vitamini takviyesinin egzersiz performansını artırmadığı bildirilmiştir.
E vitamini	15 mg / gün	Antioksidan olarak, yoğun egzersiz sırasında serbest radikallerin oluşumunu engellemeye ve kırmızı kan hücrelerinin tahribatını önlemeye, egzersiz sırasında kaslara oksijen verilmesini sağlamaya veya kas korunmasına yardımcı olduğu gösterilmiştir. Bazı kanıtlar kalp hastalığı riskini azaltabileceğini veya tekrarlayan kalp krizi riskini azaltabileceğini düşündürmektedir.	Birçok çalışma, E vitamini desteğinin egzersize bağlı oksidatif stresi azaltabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, çoğu çalışma deniz seviyesinde performans üzerinde hiçbir etki göstermemektedir. Yüksek irtifada, E vitamini egzersiz performansını artırabilmektedir. Uzun süreli takviyenin, sporcuların antrenmanı daha iyi bir şekilde tolere etmesine yardımcı olup olmadığını belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır
K vitamini	Erkek 120 mcg / gün Kadın 90 mcg / gün	Kan pıhtılaşmasında önemli rol oynamaktadır. Postmenopozal kadınlarda kemik metabolizmasını etkileyebileceğine dair bazı kanıtlar bulunmaktadır.	Elit kadın sporcularda K vitamini takviyesinin (10 mg / gün), osteokalsinin kalsiyum bağlama kapasitesini artırdığı ve kemik oluşum belirteçlerinde % 15-20'lik bir artış ve kemik erimesi belirteçleri için % 20-25'lik bir azalma sağladığı bildirilmiştir.

Tablo 3. Vitaminlerin besinsel ergojenik etkisi (devam)

Vitamin	RDA	Önerilen Ergojenik Etki	Araştırma Bulgularının Özeti
Tiamin (B₁ vitamini)	Erkek 1,2 mg / gün kadın 1,1 mg / gün	Trikarboksilik asit döngüsünde CO ₂ 'nin piruvattan asetil CoA'ya kadarki dekarboksilik reaksiyonlardan çıkarılmasında koenzim (tiamin pirofosfat) görevi bulunmaktadır.	Yetersiz Tiamin alımı enerji sistemlerinin verimliliğini azaltabilmektedir. Anaerobik eşik ve CO ₂ taşınımını geliştirmek tiamin takviyesi kullanılmaktadır. Normal bir diyetle karşılanan tiamin egzersiz kapasitesini etkilemiyor gibi görünmektedir.
Riboflavin (B₂ vitamini)	Erkek 1,3 mg / gün Kadın 1,7 mg / gün	Enerji metabolizmasında yer alan flavin nükleotid koenzimlerinin ana bileşenidir Teoride oksidatif metabolizma sırasında enerji kullanılabilirliğini arttırdığı düşünülmektedir.	Normal bir diyetle karşılanan riboflavin egzersiz kapasitesini etkilemiyor gibi görünmektedir.
Niasin (B₃ Vitamini)	Erkek 16 mg / gün Kadın 14 mg / gün	Enerji metabolizmasında yer alan koenzimlerin ana bileşenidir Teorik olarak kolesterolü düşürmek, termoregülasyonu ve oksidatif metabolizma sırasında enerji kullanılabilirliğini arttırmak için kullanılmaktadır.	Çalışmalar, niasin takviyesinin (100-500 mg / gün), hiperkolesteremik hastalarda kan lipit düzeylerinin düşmesine ve homosistein düzeylerinin artmasına yardımcı olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, egzersiz sırasında niasin takviyesinin (280 mg), yağ asitlerinin harekete geçirilmesini tetikleyerek egzersiz kapasitesini azalttığı bildirilmiştir.
Piridoksin (B₆ vitamini)	1.3 mg / gün (yaş <51)	Laktik asit ve oksijen sistemlerinde kas kütlelerini, gücünü ve aerobik kapasiteyi artıracak bir takviye olarak pazarlanmaktadır. Aynı zamanda gelişmiş bir mental güce bağlı olan sakinleştirici bir etkiye sahip olabileceği ifade edilmektedir.	İyi beslenen sporcularda, piridoksin aerobik kapasiteyi veya laktik asit birikimini geliştirmede başarısız olmuştur. Bununla birlikte, B ₁ ve B ₁₂ vitaminleri ile birlikte kullanıldığında, serotonin seviyelerini artırabileceği ve okçuluk gibi sporlarda gerekli olabilecek ince motor becerilerini geliştirebileceği gösterilmiştir.
B₁₂ Vitamini Siyanokobalamin	2,4 mcg / gün	DNA sentezi ve serotonin üretimine katılan bir koenzimdir. DNA, protein ve kırmızı kan hücresi sentezinde önemlidir. Teorik olarak, kas kütlelerini, kanın oksijen taşıma kapasitesini artıracığı ve anksiyeteyi azaltacağı düşünülmektedir.	İyi beslenen sporcularda, hiçbir ergojenik etki bildirilmemiştir. Bununla birlikte, B ₁ ve B ₆ vitaminleri ile birlikte kullanılan kobalaminin tabanca atışında performansı arttırdığı gösterilmiştir. Bu, artışın anksiyeteyi azaltabilecek, beyindeki bir nörotransmitter olan serotonin seviyesindeki artışa bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3. Vitaminlerin besinsel ergojenik etkisi (devam)

Vitamin	RDA	Önerilen Ergojenik Etki	Araştırma Bulgularının Özeti
Folik asit (folat)	400 mcg/gün	DNA ve kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda bir koenzim olarak fonksiyon görmektedir. Kırmızı kan hücrelerinde artışı sağlayarak egzersiz sırasında kaslara oksijen iletimini artırabileceği ve homosistein düzeylerini azaltmada yardımcı olabileceği düşünülmektedir.	İyi beslenen ve folat yetersizliği olan sporcularda folik asit desteğinin egzersiz performansını iyileştirmede etkisi bulunamamıştır.
Pantotenik asit	5 mg / Gün	Asetil koenzim A (asetil CoA) için bir koenzim olarak davranır bu nedenle aerobik veya oksijen enerji sistemlerine fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.	Araştırmalar, asetil CoA takviyesinin aerobik performansta herhangi bir gelişme sağlamadığını göstermektedir. Ancak bir çalışmada, performansta gelişme görülmemesine rağmen laktik asit birikiminde azalma sağladığı bildirilmiştir.
Beta karoten	-	Bir antioksidan olarak görev alır. Egzersizle indüklenen lipid peroksidasyonunu ve kas hasarını en aza indirmek için teorik olarak kullanımı bulunmaktadır.	Araştırmalar, diğer antioksidanlarla birlikte veya tek başına beta karoten takviyesinin egzersize bağlı peroksidasyonun azaltılmasına yardımcı olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, antioksidan desteğinin egzersiz performansını etkileyip etkilemediği belirsizdir.
C vitamini	Erkek 90 mg / gün Kadın 75 mg / gün	Epinefrin sentezi, demir emilimi gibi vücutta çeşitli metabolik süreçlerde kullanılır. Antioksidandır. Teorik olarak, egzersiz sırasında metabolizmayı geliştirerek egzersiz performansına fayda sağlayabileceği ve bağışıklığı artırabileceği düşünülmektedir.	İyi beslenmiş sporcularda, C vitamini takviyesi fiziksel performansı geliştirdiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, yoğun egzersizi takiben C vitamini desteğinin (ör. 500 mg / d) üst solunum yolu enfeksiyonlarının insidansını azaltabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır.

Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J,

Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr. 2018, 1;15(1):38.

Tablo 4. Minerallerin besinsel ergojenik etkisi

Mineral	RDA	Önerilen Ergojenik Etki	Araştırma Bulgularının Özeti
Bor	-	Bor, direnç eğitiminde kas gelişimini artırabilecek bir diyet takviyesi olarak sporculara pazarlanmaktadır. Gerekçe, öncelikle, bor takviyesinin (3 mg / d), boronda düşük bir diyet tüketen postmenopozal kadınlarda b-östradiol ve testosteron seviyelerini önemli ölçüde arttırdığı bir başlangıç raporuna dayanmaktadır.	Direnç antrenmanı sırasında 7 haftalık bor takviyesi (2.5 mg / d) 'nin testosteron düzeyleri, vücut kompozisyonu ve gücü üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar, hiçbir ergojenik değer bildirmemiştir. Bu noktada, direnç antrenmanı sırasında bor takviyesinin kas gelişimini desteklediği yönünde kanıt yoktur.
Kalsiyum	1000 mg / gün (19-50 yaş)	Kemik ve diş oluşumu, D vitamini emilimi, kan pıhtılaşması, sinir iletiminde görevlidir. Yağ metabolizmasını uyandır.	Kalsiyum desteğinin, osteoporoz riski olan popülasyonlarda yararlı olabileceği düşünülmektedir. Ek olarak, kalsiyum desteğinin yağ metabolizmasını teşvik ettiği ve vücut kompozisyonunu yönetmeye yardımcı olduğu ancak egzersiz performansında hiçbir etkisi olmadığı gösterilmiştir.
Krom	Erkek 35 mcg / gün Kadın 25 mcg / gün (19-50 yaş)	Yaygın olarak krom pikolinat olarak satılan krom takviyesinin, yağsız vücut kütleini artıracığı ve vücudun yağ oranını azaltacağı düşünülmektedir.	Hayvan araştırmaları krom takviyesinin yağsız vücut kütleini artırdığını ve vücut yağını azalttığını göstermektedir. İnsanlar üzerinde yapılan ilk araştırmalar benzer sonuçlar vermiştir. Ancak, daha yeni yapılan kontrollü çalışmalarda krom takviyesinin (200 ila 800 mcg / gün) yağsız vücut kütleini iyileştirmediği, vücut yağını azaltmadığı bildirilmiştir.

Tablo 4. Minerallerin besinsel ergojenik etkisi (devam)

Mineral	RDA	Önerilen Ergojenik Etki	Araştırma Bulgularının Özeti
Demir	Erkek 8 mg / gün Kadın 18 mg / gün (19-50 yaş)	Demir, oksijen taşıyıcısı olan kırmızı kan hücresindeki hemoglobinin bileşenidir. Oksijen sistemin kullanıldığı sporlarda, aerobik performansı arttırmak için demir takviyeleri kullanılmaktadır.	Birçok araştırma, demir takviyesinin, aerobik performansı arttırdığı görülmüştür (demir eksikliği ve / veya anemi durumu hariç).
Magnezyum	Erkeklerde 420 Kadın 320	Protein sentezinde yer alan enzimleri aktive eder. ATP reaksiyonlarında yer alır. Magnezyum takviyesinin enerji metabolizmasını / ATP mevcudiyetini artırabileceği düşünülmektedir.	En iyi kontrollü araştırmalar, magnezyum takviyesinin (500 mg / gün), yetersizlik olmadığı takdirde sporcularda egzersiz performansını etkilemediğini göstermektedir.
Fosfor (fosfat tuzları)	700 mg / gün	Fosfat, başta oksijen sistemi veya aerobik kapasite olmak üzere üç enerji sistemini iyileştirme kabiliyeti açısından incelenmiştir.	Son zamanlarda yapılan kontrollü araştırmalar, sodyum fosfat desteğinin (3 günlük 4 g / gün), dayanıklılık egzersizinde oksijen enerji sistemini geliştirdiğini bildirmiştir. Diğer fosfat formlarının (kalsiyum fosfat, potasyum fosfat) daha az ergojenik değeri olduğu görülmektedir. Fosfat tuzları ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.
Potasyum	2000 mg / gün *	Sıvı dengesini, sinir iletimini ve asit-baz dengesini düzenlemeye yardımcı olan bir elektrolittir. Potasyumda aşırı artış veya düşüşlerin sporcuları kramplarına neden olabileceği düşünülmektedir.	Sıcak havada yoğun egzersiz sırasındaki potasyum kaybı kas krampları ile anekdot olarak ilişkili olsa da, krampların etiyolojisi bilinmemektedir. Sporcularda potasyum desteğinin kas krampları insidansını azalttığına dair veriler net değildir. Hiçbir ergojenik etki bildirilmemiştir.

Tablo 4. Minerallerin besinsel ergojenik etkisi (devam)

Mineral	RDA	Önerilen Ergojenik Etki	Araştırma Bulgularının Özeti
Selenyum	55 mcg / gün	Aerobik egzersiz performansını artırmak için etkili olabileceği düşünülmektedir.	Selenyum aerobik egzersiz sırasında lipit peroksidasyonunu azaltabilse de, aerobik kapasitedeki gelişmeler kanıtlanamamıştır.
Sodyum	500 mg / gün *	Sıvı dengesini, sinir iletimini ve asit-baz dengesini düzenlemeye yardımcı olan bir elektrolittir. Sodyumda aşırı düşüşler sporcularda kramp ve hiponatremiye neden olabilmektedir.	Sıcak havada egzersiz yapmak ve egzersiz süresinin uzaması, hiponatremiye yol açan sodyum seviyelerini azalmasıyla sonuçlanabilmektedir. Sıcak havada ağır egzersiz sırasında sodyum takviyesinin, sıvı dengesinin korunmasına ve hiponatremi önlenmesine yardımcı olduğu gösterilmiştir.
Vanadil sülfat (vanadyum)	-	Vanadyum, protein ve glikoz metabolizmasında insülin benzeri etkiler üreten reaksiyonlarda rol oynamaktadır. İnsülinin anabolik doğası nedeniyle, kas kütlelerini ve gücü artırmak için bir takviye olabileceği düşünülmüştür.	Vanadil sülfatın kas kütlesi, gücü üzerinde herhangi bir etkisi olduğuna dair bir kanıt bulunmamaktadır.
Çinko	Erkek 11 mg / gün Kadın 8 mg / gün	Sindirim enzimlerinin oluşumunda ve bağışıklık sisteminde görevlidir. Ağır antrenman sonucu oluşan sporcularda üst solunum yolu enfeksiyonları insidansını azaltmak için kullanılabileceği düşünülmektedir.	Çalışmalar antrenman sırasında çinko desteğinin (25 mg / gün) bağışıklık fonksiyonunda egzersize bağlı olumsuz değişiklikleri en aza indirdiğini göstermektedir.

* Tahmin edilen minimum gereksinim

Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J, Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr. 2018, 1;15(1):38.

2.7.2. Hidrasyon

Sıvı alımındaki yetersizlik aerobik ve dayanıklılık performansını olumsuz etkilemektedir (Cheuvront ve ark., 2010). Uzun süreli aerobik egzersizlerde oluşan erken yorgunluk hipohidrasyonla ilişkilendirilmektedir. Kademeli olarak artan dehidratasyon, vücut ısısını artırır, kan akışında, hacminde ve kalp debisinde azalmaya neden olarak kalp hızında yükselmeye neden olmaktadır. Azalmış kan hacmi, periferde daha büyük kan akışı talebi terlemeyi olumsuz etkilemektedir. Sıcak ortam koşulları altında egzersiz sırasında buharlaşma ile çekirdek vücut sıcaklığı artarak hipohidrasyona sebep olabilmektedir. Hipohidrasyon ayrıca glikojen tüketimini hızlandırarak kas metabolizmasını ve sporcunun motivasyonunu azaltarak merkezi sinir sistemi işlevini olumsuz etkilemektedir (Jentjens ve ark., 2002). Bu nedenle dayanıklılık sporcularında hidrasyonun sağlanması çok önemlidir. Hipohidrasyonun önlenmesi için egzersizden 3-4 saat önce 5-7 ml/kg sıvı tüketiminin yeterli olduğu bildirilmiştir (Sawka ve ark., 2007). Egzersiz sırasında, vücut sıvısı kayıplarındaki büyük değişkenlik nedeniyle, sabit bir miktar alımı yerine, sporcunun egzersiz sırasında vücut kilo kaybının % 2'den fazla olmaması gerektiği konusunda eğitmenin doğru bir yaklaşım olduğu vurgulanmaktadır (Meyer ve ark., 2013). Egzersiz süresi 1 saatten uzunsa su yerine izotonik (%6-8 karbonhidrat) sporcu içecekleri tavsiye edilmektedir. Egzersiz sonrası kaybedilen kg başına 1,25-1,5 L sıvı alımı önerilmektedir (Thomas ve ark., 2016). Egzersiz sonrası toparlanma döneminde sütün iyi bir hidrasyon sıvısı olabileceği düşünülmektedir (Karp ve ark., 2006).

2.6. Sportif Performans ve Genetik

Spor ve fiziksel performans genetiği terimi ve bu alandaki ilk yayınlar 1980'lerin başında Claude Bouchard tarafından ortaya konmuştur (Bouchard ve Malina, 1983; Chagnon ve ark., 1984). Fiziksel performansta modern genetik dönemi ise 1990'ların sonunda "İnsan Genom Projesi" ile başlamıştır (De Moor ve ark., 2007). Spor genomiği çalışmaları ise günümüzde İnsan Genom Projesi'nden elde edilen genetik verilerin atletik performansın oluşması, geliştirilmesi ve sporcu sağlığının korunmasındaki etkilerini araştırmaktadır (Sercan ve ark., 2016). Sportif performans antrenman, beslenme gibi çevresel koşullar ve genetik altyapının kombinasyonu sonucu oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarla performansa ve sportif

aktiviteye etki eden 239 gen (214'ü otozomal, 7'si X-kromozomal ve 18'i mitokondrial) belirlenmiştir. Sportif performansı doğrudan etkileyen güçlülük, dayanıklılık, kas lifinin özelliği ve esnekliği, nöromusküler koordinasyon, oksijen taşıma kapasitesi, mitokondri faaliyetleri, kemik yapı ve kalınlığı gibi fenotipik özelliklerin, genetik faktörlerle belirlendiği ifade edilmiştir. Bu genlerdeki farklılıklar bireylerde ve aynı atadan gelen toplumlarda bazı özelliklerin farklı olabilmesini sağlamaktadır (Eroğlu ve Zileli, 2015; Koku, 2015; De Moor ve ark., 2007). Spor performansında etkinliği olduğu düşünülen genler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Spor performansında etkinliği olduğu düşünülen genler

Dayanıklılık	ACE- Anjiyotensin I dönüştürücü enzim ACTN3- Aktinin, alfa 3 ADRA2A- Adrenoseptör alfa 2A ADRB2- Adrenoseptör beta 2 ADRB3- Adrenoseptör beta 3 APOE1- Apolipoprotein E CKM- Kreatin kinaz (kas) COL5A1-Kollajen, tip V GABPB1- GA bağlayıcı protein transkripsiyon faktörü, beta alt birimi 1 GNB3- Guanin nükleotid bağlayıcı protein, beta polipeptit 3 KDR Kinaz insert domain reseptörü NFATC4- nükleer faktör aktive T-hücre c4 PPARD- Peroksizom proliferatörü-aktive reseptör deltası PPARGC1A- Peroksizom proliferatör-aktive reseptör γ koaktivatör 1 α PPARGC1B- Peroksizom proliferatörü- aktive reseptör gama, Koaktivatör 1 beta SLC16A1- çözülmüş taşıyıcı aile 16 (monokarboksilat taşıyıcı), üye 1 EPOR Eritropoietin reseptörü TFAM-transkripsiyon faktörü A, mitokondri UCP2-ayrıştırma proteini 2 UCP3-ayrıştırma proteini 3 MT-ND2-mitokondriyal kodlanmış NADH dehidrogenaz 2 ACTN3-Aktinin, alfa 3 AGT-anjiyotensinojen IL6-174 -interlökin-6-174
---------------------	---

Yvert T, Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Miyachi M, Kawahara T, Fuku N. Lack of replication of associations between multiple genetic polymorphisms and endurance athlete status in Japanese population. *Physiol Rep.* 2016; 4(20): e13003.

Tablo 5. Spor performansında etkinliđi olduđu dűşűnűlen genler (devam)

Hız-Gűç	ADRB1-Adrenoseptűr beta 1 ADRB2-Adrenoseptűr beta 2 ADRB3-Adrenoseptűr beta 3 CNTFR-Siliyer nűrotrofik faktűr reseptűrű IGF-IR- Tip 1 insűlin benzeri bűyűme faktűrű reseptűrű GDF-8-Miyostatin MCT1 -monokarboksilat taşıyıcı 1 MnSOD- Manganez sűperoksit dismutaz NOS3 -Nitrik Oksit Sentaz 3 NRF-2 -Çekirdek faktűrű eritroit 2-ilgili faktűrű SOD2- Sűperoksit Dismutaz 2 ACE-Anjiyotensin I dűnűştűrűcű enzim
----------------	--

Weyerstraß J, Stewart K, Wesselius A, Zeegers M. Nine genetic polymorphisms associated with power athlete status – A Meta-Analysis. *J Sci Med Sport*. 2018;21(2):213-220

Kalıtımın, fiziksel performansın kardiyorespiratuvar dayanıklılık, kas gűcű gibi farklı bileşenlerini yaklaşık %66 oranında etkilediđi tahmin edilmektedir (De Moor ve ark., 2007). Aerobik dayanıklılıđın (VO_2max deđeri) %50, kas kuvveti ve gűcűnűn de %30-83 oranında kalıtsal olduđu ifade edilmektedir (Costa ve ark., 2012; Bouchard ve Ordovas, 2012). Genetik altyapımın ۆzellikle dayanıklılık sporları için gerekli olan kardiyopulmoner kapasite ۆzerinde ۆnemli etkilere sahip olduđu dűşűnűlmektedir (Işıık, 2009).

2.6.1. Dayanıklılık performansı ile ilişkili genler

Dayanıklılık sporlarında ۆnemli temel parametre olan VO_2max , kardiyovaskűler, solunum ve kas-iskelet sistemlerinin ortak etkinliđinin sonucudur. Yűksek oranda kalıtsal olduđu dűşűnűlen VO_2max ۆzelliđi, sporcuya oksijen yakalama, tařıma ve kullanma konusunda ۆzel bir yetenek sađlamaktadır (Aldo ve ark., 2012). Yaklařık 77 genin dayanıklılık performansı ile iliřkili olabileceđi dűşűnűlmektedir (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015).

ACE-Anjiyotensin I Dönüştürücü Enzim

Dayanıklılık sporları ile ilişkisi gösterilen ve üzerinde en çok çalışılan genlerden birisi ACE genidir. ACE geni vücut sıvısı seviyesini düzenleyerek kan basıncının kontrolünden sorumlu renin-anjiyotensin sisteminin bir parçası olan anjiyotensin-1 dönüştürücü enzimini kodlamaktadır (Gut ve Stephen, 2013). ACE geni 17q23 lokusunda yer alan; 21 kb uzunluğunda, 26 ekzondan oluşan bir genidir. ACE insersiyon/delesyon (ID) gen polimorfizmi genin 16. intronunda lokalize 287 baz çiftinin varlığı (insersiyon) ya da yokluğu (delesyon) ile tanımlanmaktadır (Rieder ve ark., 1999). Bu iki allel ile üç farklı genotip ortaya çıkmaktadır: II, ID, DD. Bu polimorfizmde ACE II ve DD homozigot, ACE ID ise heterozigottur. I alleli serum ve dokuda düşük ACE aktivitesine yol açmaktadır (Zhang ve ark., 2003). I alleli taşıyan bireylerde maksimal oksijen tüketiminin (VO_2max) yüksek olduğu ve bunun nedeninin daha çok arterio-venöz oksijen farkındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (Woods, 2009). Kardiyak outputun yüksek olduğu ve yorgunluğa direncin de arttığı gösterilmiştir (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015). Genel olarak ACE II genotipi dayanıklılık performansındaki artışı ile, DD genotipi güç ve kuvvet performansı ile ilişkilendirilmektedir (Puthuchearry ve ark., 2011).

ACTN3-Alfa Aktinin 3

ACTN3 geni, patlayıcı faaliyetler sırasında kullanılan hızlı tip II kas liflerinde bulunan yapısal bir sarkomerik protein olan protein a-aktinin-3'ü kodlamaktadır (Yang, 2003). ACTN3 R577X polimorfizmi, 16. ekzonda 1747 pozisyonunda meydana gelen C→T transversiyonu sonucu 577 pozisyonundaki arjinin (R) amino asidini oluşturan kodonun stop kodona (X) dönüşmesidir. Bireylerde ACTN3 geninin “R” alleli varsa, o kişilerin sprinter özellikli kısa koşu gerektiren spor dalları için avantajlı, “X” alleli bulunması durumunda ise bireylerin dayanıklılık özellikli maraton, triatlon ile uzun mesafeli yüzme ve bisiklet vb. sporlar için daha avantajlı bir kas yapısına sahip oldukları belirlenmiştir (Yang, 2003; Alfred ve ark., 2011; Montgomery ve ark., 1998). Eğer X alleli homozigot (XX genotip) ise, α - aktinin-3 hiç sentezlenememektedir (North ve ark., 1999).

ADRB2- β -2 adrenerjik reseptör

ADRB1, ADRB2, ADRB3 gen ailesi beta adrenerjik reseptörleri kodlayarak özellikle kalp ve adipoz (yağ) doku üzerinde etki göstermekte ve dokularda metabolizmanın düzenlenmesini kontrol etmektedir. Kalp dokusunda bu reseptörlerin aktivasyonu kalp debisinde artışa sebep olurken, adipoz dokuda ise lipit metabolizmasında enerji artışına neden olmaktadır (Eroğlu ve Zileli, 2015). β -2 adrenerjik reseptörler, G protein ilişkili reseptör ailesinin bir üyesidir ve pek çok hücrede eksprese edilmektedir. ADRB2 genindeki Gly16Arg (G16R) tek gen polimorfizmi dayanıklılık performansı ile ilişkili bulunmuştur. Toplam 313 elit dayanıklılık sporcusu ile 297 sedanter erkek bireyin karşılaştırıldığı çalışmada, sporcu grubunda Gly16Arg allel sıklığı yüksek bulunmuştur. Ayrıca 316 maratoncunun incelendiği bir çalışmada, maratonu bitirme süresi ve Gly16Arg alleli arasında ilişki saptanmıştır (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015).

PPARGC1A- Peroksizom proliferatör-aktif reseptör γ , koaktivatör 1 α

Peroksizom proliferatör-aktif reseptör γ , koaktivatör 1 α (PPARGC1A) geni, glikoz ve lipit metabolizmasını kontrol etmektedir. Ayrıca mitokondrial biogeneziste ve iskelet kaslarının lif yapısının oluşumunda görev almaktadır. Oksidatif metabolizmanın yüksek olduğu mitokondri sayısı fazla olan hücrelerde ekspresyonu artmıştır ve bu nedenle dayanıklılık performansı için önem taşımaktadır. Bu gende meydana gelen rs8192678 polimorfizmi: G>A; Gly482Ser dönüşümüne neden olmaktadır. PPARGC1A geni Gly482Ser polimorfizmlerinin aerobik performansla ilişkisi gösterilmiştir (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015). Bu polimorfizm sonucunda AA fenotipine sahip Avrupalı erkeklerde ve aynı gende meydana gelen bir başka polimorfizmde rs6821591: A>G; 3' UTR bölgesinde GG fenotipine sahip Çin'li erkek bireylerde VO2 max değerlerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Lucia ve ark., 2005; Saunders ve ark., 2004).

VDR-Vitamin D reseptörü

VDR insan iskelet kası hücrelerinde D vitamini metabolitlerine bağlanarak kas hücre metabolizmasını etkiler. Paratiroid hormonunun üretimini inhibe ederek normokalsemiyi sürdürmede rol oynar ve kemik ile iskelet kas biyolojisi üzerinde etkilidir. VDR geninde yaklaşık 200 polimorfizm olduğu bilinmektedir (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015). Fok1 polimorfizmi ekzon 2’de T-C transisyonu sonucu meydana gelir ve defektif VDR sentezine neden olur. Kemik yoğunluğunu ve kas kitlesini etkiler, sarkopeni riskini artırır. TT genotip sıklığı orta-üst düzey erkek futbolcularda kontrol sedanter grubuna göre yüksek saptanmıştır. Kronik obstrüktif akciğer hastalarında yapılan bir çalışmada ise TC, TT genotipine sahip bireylerin quadriceps kas gücü CC genotipinde olanlara göre yüksek düzeyde saptanmıştır (Hamilton, 2011).

COL5A1- Kollajen, tip V

COL5A1 geni küçük fibriler kollajen olan tip V kolajenini kodlamaktadır ve bu nedenle bağ dokularının gelişmesinde önemli bir fonksiyonu bulunmaktadır. COL5A1 geninde meydana gelen değişiklikler özellikle aşil tendonu olmak üzere çeşitli yumuşak doku hasarları ile ilişkilendirilebilmektedir (Maffulli ve ark., 2013; September ve ark., 2009). COL5A1 geninde (lokasyon: 9q34.2 – q34.3), BstUI kesim enzimi ile Restriksiyon uzunluk polimorfizmi yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada, TT genotipini taşıyan sporcularda özellikle de (Ironman) Triathlon'da koşu zamanının kısalarak dayanıklılık performansında artışa neden olduğu belirtilmektedir (Posthumus ve ark., 2011). Bunun nedenin, kollajenin sağladığı esnekliğin; depolamanın ve enerjinin geri kazanımının artırılması ve kas stabilize etme aktivitesine olan ihtiyacın en aza indirilmesi yoluyla çalışma performansını geliştirmesi olabileceği düşünülmektedir (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015).

CRP- C reaktif protein

Çalışmalar yüksek miktarda CRP'nin düşük aerobik uygunluk seviyeleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Kullo ve ark., 2007). CRP geni G allel taşıyıcılarının tipik olarak hem başlangıçta hem de egzersizden sonra daha yüksek CRP seviyelerine sahip olduğu, bunun da aerobik dayanıklılık egzersizlerinden sonra toparlanmayı olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. bu insanlar. CRP geninin A aleli taşıyıcıları G alel

taşıyıcılarıyla karşılaştırıldığında daha büyük aerobik kapasiteye sahip oldukları ve A alelinin egzersiz sonrası toparlanmada pozitif etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Obisesan ve ark., 2004).

EPOR- Eritropoietin reseptörü

EPOR eritroblast proliferasyonu ve farklılaşmasında ve dokulara O₂ sağlanmasında görev almaktadır (Kambouris ve ark., 2012). Eritropoietin (EPO) geninin promoter bölgesindeki SNP rs1617640'ın GG genotipi, azalmış EPO ekspresyonu ile ilişkilendirilmekte ve bu durumun dayanıklılık performansını olumsuz etkileyebileceğini düşünülmektedir (Ma ve ark., 2010; Ribeiro ve ark., 2013). AA genotipinin ise dayanıklılık için avantajlı kırmızı kan hücreleri üretimi ve aerobik-anaerobik sporlar için uygunluk sağladığı belirtilmiştir (Kambouris, ve ark., 2012).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklemi

Bu çalışmaya, Haziran-Aralık 2018 tarihleri arasında sağlık sorunu, alt-üst ekstremiteye ait herhangi bir patolojisi ve deformitesi olmayan, gönüllü, 18-45 yaşları arasında toplam 30 erkek rekreasyonel maratoncu dahil edilmiştir, 7'si çıkarılma kriterleri dahilinde çalışmadan çıkarılarak 23 sporcu ile çalışma yürütülmüştür. Çalışma grubuna çalışmayla ilgili ayrıntılı bilgi verilmiş, fiziksel ve demografik özelliklerine ait verileri alınıp bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılmıştır. Çalışmamızın etik yönden uygulanabilir olduğuna 02.02.2018 tarihli Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı kararıyla (Protokol No: 09.2018.159) (Ek 1) onay verilmiştir. Premed Prenatal Tanı Ve Genetik Hastalıkları Merkezi'nden kurum izni alınmıştır (Ek 2).

3.1.1. Dahil edilme, dışlanma ve çıkartılma kriterleri

Dahil edilme kriterleri,

- Herhangi bir kronik hastalığı olmayan,
- Ergojenik etkisi olan herhangi bir besin takviyesi kullanmayan,
- Çalışmaya katıldığı dönemde herhangi bir sakatlık geçirmemiş olan,
- Performans ölçümü sırasında performansı etkileyebilecek bir sağlık problemi bulunmayan,
- Çalışmaya katıldığı sürede bir diyetisyen tarafından onaylı branşa özgü diyet programı uygulamayan,
- Sigara içmeyen,
- 2018 yılında en az bir maraton koşusuna katılan,
- 10 km'yi 1 saatin altında koşan 30-50 yaş arası gönüllü erkek rekreasyonel maratoncular çalışmaya dahil edilmiştir.

Hariç tutulma kriterleri,

- Herhangi bir kronik hastalığı olan,
- Ergojenik etkisi olan bir besin takviyesi kullanan

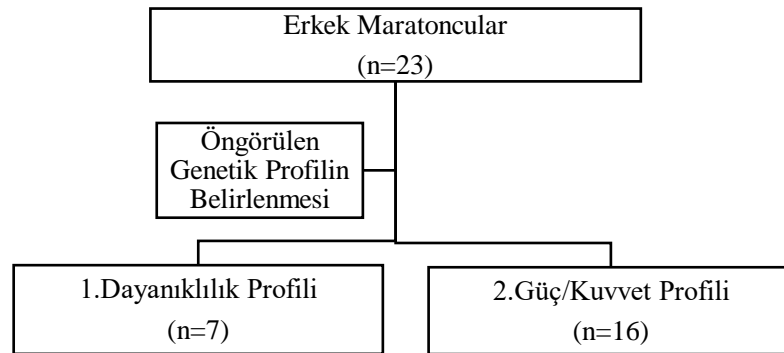
- Çalışmaya katıldığı sürede başka bir diyetisyen tarafından onaylı branşa özgü diyet programı uygulayan,
- 2017 yılında herhangi bir maraton koşusuna katılmamış,
- 10 km'yi 1 saatten uzun bir sürede koşan,
- 30-50 yaş aralığının dışında farklı bir spor branşından olan erkekler ve yaş aralığı gözetmeksizin kadın bireyler hariç tutulmuştur.

Çıkartılma kriterleri;

- Araştırmaya dahil edilmiş çalışmaya katıldığı dönemde sakatlık geçiren,
- Performans ölçümleri sırasında performansı etkileyebilecek bir sağlık problemi bulunan bireyler çalışmadan çıkartılmıştır.

3.2. Araştırmanın Genel Planı

Maratoncuların genotip profilini belirlemek için bu çalışma spor performansı ile ilişkilendirilen 77 genden dayanıklılık performansı ile ilişkili olan ve laboratuvar olanaklarına uygun 8 gen (ACE, ACTN3, ADRB2, PPARGC1A, CRP, COL5A1, VDR ve EPOR) ile yürütülmüştür. Fenotip ile ilişkili optimal allellerin ikisine sahip bireylere 2 puan, tekine sahip bireylere 1 puan ve sahip olmayan bireylere 0 puan verilerek maratoncuların toplam genotip skoru belirlenmiştir (Tablo 6). Dayanıklılık grubu ve Güç/Kuvvet Gruplarını en iyi ayırt edebilecek değişkenlerin (VO₂max değeri, 20 metre mekik koşu testi süresi ve mesafesi) ve bu değişkenlerin en iyi kesim noktalarının saptanmasında ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisi analizi kullanılmıştır. Analiz sonucu kesim noktası 6,5 olarak saptanmış ve genotip puanı 6,5 ve üzerinde olan maratoncular “Dayanıklılık”, 6,5’in altında olanlar ise “Güç/ Kuvvet” grubuna dahil edilmiştir. Araştırmanın genel planı Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Araştırmanın genel planı

Tablo 6. Genotip skorlama

Gen	Biyolojik fonksiyon	Polimorfi zm	Genotip skor
ACE	Kan basıncı regülasyonu, kas gücü, lipit ve glikoz metabolizması	I/ D	II:2 ID:1 DD:0
ACTN3	Hızlı kas kasılması	T/C	TT:2 CT:1 CC:0
ADRB2	Kardiyak, pulmoner, vasküler, endokrin ve sinir sistemi regülasyonu	A/G	AA:2 AG:1 GG:0
PPARGC1A	Yağ asidi oksidasyonu, glikoz kullanımı, mitokondriyal biyojenez, termogenez, kas lifi üretimi	G/A	GG:2 GA:1 AA:0
CRP	Hasar gören hücreleri tanıma ve kandaki eliminasyonunu başlatma.	A/G	AA:2 AG:1 GG:0
COL5A1	Kollajen sentezi	C/T	TT:2 TC:1 CC:0
VDR	Paratiroid hormonu üretimini inhibe ederek normokalsemiyi devam ettirme	A/G	AA:2 AG:1 GG:0
EPOR	Kırmızı kan hücresi üretimini artırma	G/A	AA:2 AG:1 GG:0

Maratoncuların demografik özellikleri, alkol kullanma durumu, egzersiz programlarına ilişkin soruları içeren anket formu doldurulduktan sonra hatırlatma yöntemi ile 3 günlük besin tüketim kaydı alınmıştır (Ek 3).

3.3. Moleküler Analizler

3.3.1. DNA eldesi

DNA örnekleri, maratoncuların yanak içi yüzeylerinden bukkal svapla sürüntü şeklinde alınmış, izolasyonları kolon filtrasyon tekniğini kullanan biorobot universal otomatik DNA izolasyon robotu (Qiagen) kullanılarak yapılmıştır.

3.3.2. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR)

Her bir PZR reaksiyonu için 1X tampon solüsyonu, 25 mM MgCl₂, %0 – 10 DMSO, 200 µM dNTP, 0.2/0.5 µM ileri ve geri primerler ve 0.5 U Taq polimeraz

enzimi ve 200 ng gDNA kullanıldı. Karışım, bidistile su (dH2O) ile 50 µl'ye tamamlanarak hazırlanmıştır. Tüm çalışmalar buz üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her PZR çalışmasında amplifiye edilen her bir bölge DNA içermeyen kontrol PZR (negatif kontrol)'ı ile birlikte çalışılmıştır. PZR; 95°C de 10 dk denatürasyon, ardından 95°C de 30 sn denatürasyon, primerlerin Tm (Temperature of Melting)'e göre değişen 64°C den 52°C ye kadar ve 30 sn lik bağlanma ısılarında ve 70°C de 45 – 90 sn (1 kb/1 dk) uzama basamaklarından oluşan toplam 35 – 40 döngü ve son olarak 70°C de 10 dk'lık uzama ile, PZR yöntemi kullanılarak, termal döngü cihazlarında (MJ Research PTC-200 ve DNA Engine-BIORAD-T100) gerçekleştirilmiştir. Amplifikasyon sonrasında PZR örneklerinden 5 µl alınarak, 50 bç'lik merdiven markörü (Sigma) paralelinde 8 µg/ml etidyum bromür içeren %1.2'lik agaroz (Sigma) jelde, 1X TBE tamponunda, 120 V da, 20 dk yürütülerek beklenen baz çifti uzunluğuna göre ayrılması sağlanmıştır. Ultraviyole ışık altında elde edilen bantlar görüntülenmiş ve kaydedilmiştir.

3.3.3. PZR saflaştırması (Enzimatik yöntem ile)

Saflaştırma işlemi için Exonuclease – I enzimi ve Rapid Alkaline Fosfataz enzimleri kullanılmıştır. Termal döngü cihazında PZR protokolü ile 37 °C de 15dak. , 85°C de 15 dak. ardından 4°C ye getirilecek ve saflaştırılan ürünler cihazdan alınarak bir sonraki işlem için +4°C'de karanlıkta saklanmıştır.

3.3.4. Dizileme

PZR yöntemi ile çoğaltılan ve ardından saflaştırılan ampikonların dizi analizi, Premed Genetik Tanı Merkezi laboratuvarında bulunan ABI3500 otomatik sekiz kapillerli elektroforezinde (Applied Biosystem) gerçekleştirilmiştir.

3.3.5. DNA dizi analizi

Kapiller Elektroforezi sonucunda alınan piklerin rengine göre değerlendirme yapılmıştır. Elektroferogramda pik rengi, Adenin yeşil, Guanin siyah, Sitozin mavi ve Timin kırmızı ile gösterilmiştir. Pikler ABI Sequencing Analysis v5.4 yazılım ve SeqScape v2.7 (ABI) programlarında bilgisayar ortamında analiz edilmiş ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde UCSC Genome Browser, Ensembl Genome Browser vb. çeşitli web sitelerinden yararlanılmıştır.

3.4. Hemogram Testi

Maratoncuların 20 metre mekik koşusu testi yapılmadan 15 gün öncesine kadar kamu hastanesinde hemogram testi yaptırmaları istenmiş ve elde edilen eritrogram (RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, RDW, MCHC) bulguları incelenmiştir.

3.5. Dayanıklılık Performansı Ölçümü

Sporcuların dayanıklılık performansını ve aerobik kapasitenin ölçümünde maksimum oksijen tüketimi (VO_2max)'ni tayin etmek amacıyla bir saha testi olan 20 Metre Mekik koşu testi uygulanmıştır ve MATLAB 2013a bilgisayar programı kullanılmıştır. Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Laboratuvar ekipmanları kullanılarak Marmara Üniversitesi Anadolu Hisarı Kampüsü'ndeki tartan atletizm pistinde gerçekleştirilen testte, gönüllülerin her biri koşu öncesi 2 dakikalık süreçte hareketsiz, konuşmadan başlangıç noktasında bekletildi ve 2 dakika dolduktan sonra antrenman çanaklarıyla belirlenmiş olan 20 metre aralıklı pist mesafesini gidiş-dönüş olarak koşmuştur. Koşu hızı belli aralıklarla sinyal sesi verilerek denetlenmiştir. Gönüllüye ilk sinyal sesinde koşuya başlaması ve ikinci sinyal sesine kadar 20 metrelik mesafeye ulaşmak zorunda olduğu açıklanmıştır. İkinci sinyal sesini duyduğunda ise tekrar geri dönerek başlangıç çizgisine dönüp ve bu koşu sinyallerle devam ettirilmiştir. Gönüllü sinyali duyduğunda ikinci sinyalde diğer sensöre ulaşacak şekilde temposunu kendi ayarlamıştır. Başta yavaş olan hız her 10 saniyede bir giderek artmıştır. Gönüllü bir sinyal sesini kaçırıp diğerine yetişir ise test devam ettirilmiş, eğer iki kere üst üste sinyali kaçırırsa, test sona erdirilmiştir. Performans testinin sonunda gönüllünün tamamladığı aşamalar bilgisayar programı ile saptanmış ve sporcuların toparlanması için 3 dakika beklenip bu sürede kalp atım hızları takip edilmiştir. Testin sonunda gönüllünün ortalama koşu hızı (m/sn), test süresi (sn), geçtiği aşamalar ve bu verilere bağlı olarak tahmini maksimum oksijen tüketim değeri ($VO_2max, ml/kg/dk$) tespit edilmiştir. Teste tamamen yorgunluk oluşana kadar devam edilmiştir. Maksimal oksijen tüketim değerleri Barnes ve Kilding. (2015) çalışması referans alınarak değerlendirilmiştir.

3.6. Besin Tüketim Kayıtlarının Değerlendirilmesi

Tüm sporcuların geriye dönük 3 günlük besin tüketim kayıtları alınmış; enerji, makro ve mikro besin ögesi alımları BeBis (Beslenme Bilgi Sistemi) programı ile

hesaplanmıştır. Maratoncuların enerji, makro besin ögesi ve sıvı tüketimleri Nutrition And Enhanced Sports Performance kitabı, mikro besin ögesi tüketimleri ise Uluslararası Spor Beslenmesi Topluluğu (ISSN) önerileri ile kıyaslanarak, günlük gereksinimleri karşılama yüzdeleri hesaplanmıştır (Kerksick ve ark., 2013; Kerksick ve ark.,2018).

3.7. Antropometrik Ölçümlerin Saptanması ve Değerlendirilmesi

Vücut ağırlığı ve boy uzunluğu maratoncuların beyanlarına dayanılarak kaydedilmiş ve vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesiyle Beden Kitle İndeksi (BKİ) değeri hesaplanmıştır.

3.8. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Verilerin analizi PSPP 1.2.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunlukları için grafiksel yaklaşımlar ve normallik testlerinden (Kolmogorov Smirnov testi) yararlanılmıştır. Maratoncu sayısının az olması sebebiyle, 'Normallik Test' sonuçlarına göre ölçümlerin büyük bir bölümünde normal dağılım varsayımının bozulduğu görülmüştür. Bu gruplar arası karşılaştırmalar parametrik olmayan Mann - Whitney U ve Kruskal Wallis testi kullanılarak incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler olarak ortalama, standart sapma, en küçük - en büyük değerler, ortanca ve çeyreklikler arası genişlikler kullanılmıştır. Hipotez testleri için istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. Nitel değişkenlerin incelenmesinde ki kare testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Maratoncuların Genel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Tablo 7’de maratonculara ait kondisyon bilgileri karşılaştırılmış, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 7. Maratoncuların kondisyonuna ait genel bilgilerin karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	n	Ortanca (25.-75. Çeyrek)	Sıra Ortalaması	Z	p
Spora başlama yaşı	Dayanıklılık	7	12,0 (8,0-15,0)	9,0	-1,405	0,160
	Güç/Kuvvet	16	16,5 (9,8-27,0)	13,3		
Spor yapma yılı	Dayanıklılık	7	6,5 (3,0-16,0)	12,5	-0,234	0,820
	Güç/Kuvvet	16	6,5 (3,3-12,3)	11,8		
Haftalık antrenman süresi (gün)	Dayanıklılık	7	5,0 (3,0-6,0)	11,6	-0,173	0,871
	Güç/Kuvvet	16	5,0 (4,0-6,0)	12,2		
Haftalık antrenman süresi (saat)	Dayanıklılık	7	6,0 (6,0-10,0)	12,6	-0,307	0,820
	Güç/Kuvvet	16	6,0 (6,0-10,0)	11,8		
Haftalık koşu mesafesi (km)	Dayanıklılık	7	35,0 (25,0-45,0)	8,7	-1,543	0,135
	Güç/Kuvvet	16	40,5 (30,0-60,3)	13,4		
10 km’lik mesafeyi koşma süresi (dk)	Dayanıklılık	7	44,0 (40,7-52,5)	11,4	-0,301	0,769
	Güç/Kuvvet	16	44,2 (41,3-50,7)	12,3		
Toplam		23				

Mann - Whitney U

Maratoncuların fiziksel özelliklerinin karşılaştırıldığı Tablo 8’de yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Güç/kuvvet grubunun BKİ değerinin Dayanıklılık grubuna kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0,013$).

Tablo 8. Maratoncuların fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi

	Çalışma Grubu	n	Ortanca (25.-75. Çeyrek)	Sıra Ortalama sı	Z	p
Yaş (yıl)	Dayanıklılık	7	29,0 (22,0-36,0)	8,7	-1,540	0,124
	Güç/Kuvvet	16	37,5 (27,3-43,0)	13,4		
Boy (cm)	Dayanıklılık	7	180,0 (174,0-186,0)	114,0	-0,938	0,348
	Güç/Kuvvet	16	177,0 (170,5-184,0)	11,1		
Ağırlık (kg)	Dayanıklılık	7	73,0 (66,0-74,0)	9,3	-1,271	0,204
	Güç/Kuvvet	16	76,5 (70,3-79,5)	13,2		
BKİ (kg/boy²)	Dayanıklılık	7	22,3 (21,5-22,8)	6,7	-2,473	0,013*
	Güç/Kuvvet	16	24,3 (23,3-25,3)	14,3		
Toplam		23				

Mann - Whitney U, * $p < 0,05$

Tablo 9’da maratoncuların gruplara göre ACE, ACTN3, ADRB2, PPARGC1A, CRP, COL5A1, VDR ve EPOR genlerindeki polimorfizmlerin genotip sıklığı gösterilmiştir. Maratoncularda EPOR geni G/A polimorfizminin AA ve AG genotiplerine rastlanmamıştır.

Tablo 9. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarında 8 polimorfizm genotipi sıklığı

Gen sembolü	Polimorfizm	Genotip	Dayanıklılık	Güç/kuvvet	Toplam
			n (%)	n (%)	n (%)
ACE	I/D	II	2 (8,7)	3 (13,0)	5 (21,7)
		ID	5 (21,7)	4 (17,4)	9 (39,1)
		DD	0 (0,0)	9 (39,1)	9 (39,1)
ACTN3	T/C	TT	2 (8,7)	3 (13,0)	5 (21,7)
		CT	4 (17,4)	4 (17,4)	8 (34,8)
		CC	1 (4,3)	9 (39,1)	10 (43,5)
ADRB2	A/G	AA	1 (4,3)	0 (0,0)	1 (4,3)
		AG	4 (17,4)	2 (8,7)	6 (26,1)
		GG	2 (8,7)	14 (60,9)	16 (69,6)
PPARGC1A	G/A	GG	4 (17,4)	2 (8,7)	6 (26,1)
		GA	3 (13,0)	11 (47,9)	14 (60,9)
		AA	0 (0,0)	3 (13,0)	3 (13,0)
CRP	A/G	AA	2 (8,7)	0 (0,0)	2 (8,7)
		AG	4 (17,4)	7 (30,4)	11 (47,8)
		GG	1 (4,3)	9 (39,1)	10 (43,5)
COL5A1	C/T	TT	3 (13,0)	1 (4,3)	4 (17,4)
		CT	3 (13,0)	11 (47,8)	14 (60,9)
		CC	1 (4,3)	4 (17,4)	5 (21,7)
VDR	A/G	AA	2 (8,7)	6 (26,1)	8 (34,8)
		AG	4 (17,4)	6 (26,1)	10 (43,5)
		GG	1 (4,3)	4 (17,4)	5 (21,7)
EPOR	G/A	AA	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
		AG	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
		GG	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100,0)

Dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun toplam genotip skorları Tablo 10’da, aerobik performans ölçümü verileri Tablo 11’de gösterilmiştir. Tekli regresyon analizi sonucu VO₂max değerindeki artışın %31,5’nin toplam genotip skor değeri tarafından açıklanabildiği bulunmuştur (R²= 0,315; p=0,005).

Tablo 10. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarının toplam genotip skorları

	Çalışma Grubu	n	Ortanca (25.-75. Çeyrek)	Sıra Ortalaması	Z	p
Toplam genotip skor Toplam	Dayanıklılık	7	8,0 (8,0-9,0)	20,0	-3,794	0,000**
	Güç/Kuvvet	16	5,0 (4,0-6,0)	8,5		
		23	6,0 (4,0-8,0)			

Mann - Whitney U, ** p < 0,001,

ROC analizi, Genotip skorlama kesim noktası:6,5

Tablo 11. Dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun aerobik performans değerlerinin karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	n	Ortanca (25.-75. çeyrek)	Sıra Ortalaması	Z	p
VO₂max (ml/kg/dk)	Dayanıklılık	7	54,0 (52,3-59,1)	14,6	-1,992	0,046*
	Güç/Kuvvet	16	52,4 (48,7-55,9)	10,8		
Test süresi (sn)	Dayanıklılık	7	11,4 (11,1-13,1)	14,7	-1,992	0,046*
	Güç/Kuvvet	16	10,9 (10,1-12,2)	10,8		
Test Mesafesi (m)	Dayanıklılık	7	2140,0 (2020,0-2500,0)	14,6	-1,992	0,046*
	Güç/Kuvvet	16	2030,0 (1785,0-2275,0)	10,8		
Toplam		23				

Mann - Whitney U, * p < 0,05

4.2. Maratoncuların Genel Özelliklerinin Aerobik Performans ile İlişkilendirilmesi

Tablo 12’de Maratoncuların antropometrik özelliklerinin VO₂max değerleri ile ilişkisi incelenmiştir. Maratoncuların boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ’leri ile VO₂max değerleri arasında ilişki bulunmamıştır (p > 0,05). Maratoncuların yaşları ile

VO₂max değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu görülmüştür (rho= -0,440, p=0,036).

Tablo 12. Maratoncuların antropometrik özellikleri ile VO₂max değerleri arasındaki ilişki

	VO ₂ max	
	Rho	p
Antropometrik özellikler		
Yaş (yıl)	-0,440	0,036*
Vücut ağırlığı (kg)	-0,202	0,354
Boy uzunluğu (cm)	0,437	0,170
BKİ (kg/m ²)	-0,359	0,093

Spearman rho korelasyon analizi, * p < 0,05

Tablo 13'te maratoncuların kondisyon özelliklerinin VO₂max değerleri ile ilişkisi incelenmiş, spora başlama yaşı, düzenli spor yapma süresi (yıl), haftalık antrenman süresi (gün ve saat) ve haftalık antrenman koşu mesafeleri ile VO₂max değerleri arasında ilişki saptanmamıştır (p > 0,05). Maratoncuların 10 km'i koşma süreleri (dk) ile VO₂max değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu görülmüştür (rho= -0,576, p=0,004).

Tablo 13. Maratoncuların kondisyon özellikleri ile VO₂max değerleri arasındaki ilişki

	VO ₂ max	
	Rho	p
Kondisyon özellikleri		
Spora başlama yaşı	0,037	0,866
Düzenli spor yapma (yıl)	0,103	0,623
Haftalık antrenman sayısı (gün)	0,036	0,870
Haftalık antrenman sayısı (saat)	0,243	0,264
Haftalık antrenman koşu mesafesi (km)	-0,185	0,398
10 km'yi koşma süresi (dk)	-0,576	0,004*

Spearman rho korelasyon analizi, * p < 0,05

Maratoncuların %34,8'nin VO₂max'nın normatif değerinin altında olduğu bulunmuştur. Tablo 14'te grupların normatif VO₂max değerine ulaşma durumları karşılaştırılmış ve dayanıklılık ve güç/kuvvet grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05).

Tablo 14. Dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun normatif VO₂max değerine ulaşma durumlarının karşılaştırılması

	Dayanıklılık		Güç/kuvvet		Toplam		X ²	p
	n	%	n	%	n	%		
VO₂max durumu								
Yeterli	6	85,7	9	56,2	15	65,2	1,864	0,152
Yetersiz	1	14,3	7	43,8	8	34,8		
Toplam	7	100,0	16	100,0	23	100,0		

Ki kare testi, Rekreatyonel erkek koşucular için normatif VO₂max değeri aralığı 51.0-57.8 ml/kg/dk olarak temel alınmıştır

4.3. Maratoncuların Günlük Besin Ögesi Alımlarına İlişkin Veriler ve VO₂max ile İlişkisi

Tablo 15'te Dayanıklılık ve Kuvvet/Güç gruplarının günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımlarına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Ortanca enerji alımı dayanıklılık grubunda 1771,4 (1457,5-1916,2) kkal; protein alımı 83,5 (51,2-93,9)g; karbonhidrat alımı 180,5 (132,5-195,9) ve günlük enerjiden gelen yağ yüzdesi %37,0 (32,0-41,0) olarak bulunmuştur. Güç/kuvvet grubunda ortanca enerji alımı 1791,8 (1244,9-2075,6) kkal; protein alımı 94,9 (76,9-109,7)g; karbonhidrat alımı 136,3 (91,5-168,1) g ve günlük enerjiden gelen yağ yüzdesi %44,0 (39,5-51,0) olarak bulunmuştur. Güç/kuvvet grubundaki maratoncuların günlük yağ alımlarının, dayanıklılık grubundakilere göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p=0,044$). Tüm maratoncuların günlük ortanca enerji, protein, karbonhidrat miktarı ve günlük enerjiden gelen yağ yüzdesi sırasıyla, 1791,8 (1244,9-2075,6) kkal; 93,6 (52,6-102,9) g; 142,3 (92,9-180,5) g ve %41,0 (35,-46,0) olarak bulunmuştur.

Tablo 15. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarının günlük enerji, sıvı ve besin ögesi alımlarının karşılaştırılması

Enerji ve besin öğeleri	Dayanıklılık (n=7)		Güç/Kuvvet (n=16)		Toplam (n=23)	z	p
	Ortanca (25.-75. çeyrek)	Sıra ortalaması	Ortanca (25.-75. çeyrek)	Sıra ortalaması	Ortanca (25.-75. çeyrek)		
Enerji (kkal)	1771,4 (1457,5-1916,2)	10,4	1825,7 (1076,0-2204,7)	12,7	1791,8 (1244,9-2075,6)	-0,735	0,462
Makro besin öğeleri							
Protein (g)	83,5 (51,2-93,9)	9,4	94,9 (76,9-109,7)	13,1	93,6 (52,6-102,9)	-1,203	0,229
Karbonhidrat (g)	180,5 (132,5-195,9)	15,1	136,3 (91,5-168,1)	10,6	142,3 (92,9-180,5)	-1,470	0,142
Posa (g)	12,9 (9,9-19,4)	10,1	14,9 (11,4-21,8)	12,8	14,8 (10,9-21,1)	-0,902	0,367
Yağ (%)	37,0 (32,0-41,0)	7,7	44,0 (39,5-51,0)	13,8	41,0 (35,-46,0)	-2,013	0,044*
Vitaminler							
A vitamini (mcg)	12,9 (9,8-19,5)	10,7	918,5 (780,8-1288,9)	12,6	1005,5 (707,5-1213,4)	-0,601	0,548
E vitamini (mg)	8,1 (5,4-12,1)	8,3	14,1 (6,9-18,8)	13,6	12,1 (5,8-16,2)	-1,737	0,082
C vitamini (mg)	65,3 (39,3-110,7)	2,1	62,2 (44,2-86,1)	11,9	63,2 (43,2-86,1)		
B1 vitamini (mg)	0,7 (0,6-1,1)	9,8	0,9 (0,7-1,2)	12,9	0,8 (0,6-1,1)	-1,002	0,316
B2 vitamini (mg)	1,3 (0,9-1,5)	9,4	1,8 (0,9-2,1)	13,1	1,6 (0,9-2,1)	-1,203	0,229
Niasin (mg)	11,9 (8,5-22,3)	7,8	21,2 (15,3-31,9)	13,8	19,9 (14,1-25,2)	-1,938	0,053
B6 vitamini (mg)	1,0 (0,7-2,0)	9,4	1,4 (1,1-2,1)	13,1	1,4 (0,9-2,0)	-1,237	0,216
B12 vitamini (mg)	11,8 (3,6-15,9)	14,7	6,9 (3,5-9,2)	10,8	8,3 (3,6-10,7)	-1,269	0,204
Folik asit (mg)	194,7 (140,1-283,7)	8,7	315,8 (157,7-345,4)	13,4	283,7 (156,1-336,5)	-1,537	0,124
D vitamini (mcg)	2,1 (0,9-11,3)	9,4	6,3 (2,4-28,6)	13,1	5,3 (2,2-12,5)	-1,203	0,229

Mann - Whitney U, * $p < 0,05$

Tablo 15. Dayanıklılık ve güç/kuvvet gruplarının günlük enerji, sıvı ve besin ögesi alımlarının karşılaştırılması (devam)

Enerji ve besin öğeleri	Dayanıklılık (n=7)		Güç/Kuvvet (n=16)		Toplam (n=23)	Z	p
	Ortanca (25.-75. çeyrek)	Sıra ortalama sı	Ortanca (25.-75. çeyrek)	Sıra ortalaması			
Mineraller							
Sodyum (mg)	3279,5 (2486,6-3398,2)	12,1	2911,7 (1549,2-4816,7)	11,9	3011,4 (1582,6-4098,6)	-0,067	0,947
Potasyum (mg)	1784,3 (1728,2-2901,1)	8,7	2668,8 (1871,6-3050,4)	13,4	2514,8 (1784,3-2930,3)	-1,537	0,124
Kalsiyum (mg)	807,1 (764,6-856,3)	9,1	1068,3 (528,2-1239,6)	13,3	856,3 (581,5-1142,5)	-1,336	0,181
Demir (mg)	9,7 (8,2-13,0)	10,4	12,4 (7,3-14,0)	12,7	12,2 (7,5-13,1)	-0,735	0,462
Fosfor (mg)	1121,0 (845,8-1276,6)	8,4	1489,1 (909,9-1779,2)	13,6	1276,6 (846,7-1588,9)	-1,670	0,095
Magnezyum (mg)	223,7 (178,2-352,7)	9,0	305,2 (221,7-395,2)	13,3	272,3 (216,3-365,3)	-1,403	0,161
Çinko (mg)	10,1 (7,3-12,0)	8,0	13,2 (9,3-18,3)	13,7	12,0 (8,5-15,9)	-1,871	0,061
Selenyum (mcg)	0,0 (0,0-0,8)	10,36	0,0 (0,0-4,6)	12,7	0,0 (0,0-3,7)	-0,873	0,383
Sıvı (ml)	2693,7 (2101,7-3375,9)	8,7	3373,3 (2759,6-3670,1)	13,4	3273,6 (2693,7-3655,8)	-1,537	0,124
Kafein (mg)	40,0 (27,3-138,7)	12,3	47,7 (17,7-105,8)	11,8	40,0 (26,0-118,0)	-0,134	0,894

Mann - Whitney U.

Tablo 16’da dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun günlük enerji ve besin ögesi alımı durumlarına ait dağılım verilmiştir. Güç/kuvvet grubunun dayanıklılık grubuna kıyasla anlamlı olarak daha yüksek oranda yeterli kalsiyum aldığı bulunmuştur ($p=0,014$).

Tablo 16. Gruplara göre günlük enerji ve besin ögesi alımı durumunun dağılımı ve karşılaştırılması

		Araştırma Grubu			X^2	p
		Dayanıklılık	Güç/Kuvvet	Toplam		
Enerji (kcal)	Yeterli	0 (0,0)	0 (0,0)	0(0,0)		
	Yetersiz	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)	-	-
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Makro besin ögesi						
Karbonhidrat (g)	Yeterli	0 (0,0)	0 (0,0)	0(0,0)		
	Yetersiz	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)	-	-
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Protein (g)	Yeterli	4 (17,4)	12 (52,2)	16 (69,6)		
	Yetersiz	3 (13,0)	4 (17,4)	7 (30,4)	0,733	0,351
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Yağ (%)	Yetersiz	0 (0,0)	0 (0,0)	0(0,0)		
	Fazla	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)	-	-
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Vitaminler						
A vitamini (mcg)	Yeterli	4 (17,4)	8 (34,8)	12 (52,2)		
	Yetersiz	3 (13,0)	8 (34,8)	11 (47,8)	0,100	0,556
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
E vitamini (mg)	Yeterli	0 (0,0)	6 (26,1)	6 (26,1)		
	Yetersiz	7 (30,4)	10 (43,5)	17 (73,9)	3,551	0,079
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
C vitamini (mg)	Yeterli	5 (21,7)	13 (56,6)	18 (78,3)		
	Yetersiz	2 (8,7)	3 (13,0)	5 (21,7)	0,276	0,492
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
B1 vitamini (mg)	Yeterli	0 (0,0)	4 (17,4)	4 (17,4)		
	Yetersiz	7 (30,4)	12 (52,2)	19 (82,6)	2,118	0,206
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
B2 vitamini (mg)	Yeterli	3 (13,0)	11 (47,9)	14 (60,9)		
	Yetersiz	4 (17,4)	5 (21,7)	9 (39,1)	1,371	0,239
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Niasin (mg)	Yeterli	4 (17,4)	4 (17,4)	8 (34,8)		
	Yetersiz	3 (13,0)	12 (52,2)	15 (65,2)	2,218	0,156
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
B6 vitamini (mg)	Yeterli	4 (17,4)	5 (21,7)	9 (39,1)		
	Yetersiz	3 (13,0)	11 (47,9)	14 (60,9)	1,371	0,239
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
B12 vitamini (mg)	Yeterli	0 (0,0)	2 (8,7)	2 (8,7)		
	Yetersiz	7 (30,4)	14 (60,9)	21 (91,3)	0,958	0,474
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		

Ki kare testi

Tablo 16. Gruplara göre günlük enerji ve besin ögesi alımı durumunun dağılımı ve karşılaştırılması (devam)

		Araştırma Grubu			X ²	p
		Dayanıklılık	Güç/Kuvvet	Toplam		
Folik asit (mg)	Yeterli	7 (30,4)	15 (65,3)	22 (95,7)	0,457	0,696
	Yetersiz	0 (0,0)	1 (4,3)	1 (4,3)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
D vitamini (mcg)	Yeterli	4 (17,4)	7 (30,4)	11 (47,8)	0,350	0,444
	Yetersiz	3 (13,0)	9 (39,2)	12 (52,2)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
	Yetersiz	2 (8,7)	13 (56,5)	15 (65,2)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Mineraller						
Sodyum (mg)	Yeterli	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)	-	-
	Yetersiz	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Potasyum (mg)	Yeterli	3 (13,0)	11 (47,9)	14 (60,9)	1,371	0,239
	Yetersiz	4 (17,4)	5 (21,7)	9 (39,1)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Kalsiyum (mg)	Yeterli	0 (0,0)	9 (39,1)	9 (39,1)	6,469	0,014*
	Yetersiz	7 (30,4)	7 (30,5)	14 (60,9)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Demir (mg)	Yeterli	6 (26,1)	11 (47,8)	17 (73,9)	0,727	0,382
	Yetersiz	1 (1,3)	5 (21,8)	6 (26,1)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Fosfor (mg)	Yeterli	6 (26,1)	13 (56,5)	19 (82,6)	0,068	0,648
	Yetersiz	1 (4,3)	3 (13,1)	4 (17,4)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Magnezyum (mg)	Yeterli	0 (0,0)	2 (8,7)	2 (8,7)	0,958	0,474
	Yetersiz	7 (30,)	14 (60,9)	21 (91,3)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Çinko (mg)	Yeterli	2 (8,7)	11 (47,8)	13 (56,5)	3,199	0,092
	Yetersiz	5 (21,7)	5 (21,8)	10 (43,5)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
Selenyum (mcg)	Yeterli	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	-	-
	Yetersiz	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		
	Toplam	7 (30,4)	16 (69,6)	23 (100)		

Ki kare testi , *p<0,05.

Tablo 17’de maratoncuların günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımlarının VO₂max değerleri ile ilişkisi incelenmiştir. Günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımı ile VO₂max değerleri arasında ilişki bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 17. Maratoncuların günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımı ile VO₂max değerleri arasındaki ilişki

	VO ₂ max	
	Rho	p
Enerji (kkal)	-0,097	0,660
Makro besin ögesi		
Karbonhidrat (g)	0,013	0,954
Protein (g)	0,016	0,941
Yağ (g)	-0,239	0,271
Posa (g)	-0,084	0,702
Vitaminler		
A vitamini (mcg)	0,213	0,330
E vitamini (mg)	-0,056	0,798
C vitamini (mg)	0,164	0,454
B1 vitamini (mg)	-0,084	0,705
B2 vitamini (mg)	-0,136	0,536
Niasin (mg)	-0,132	0,548
B6 vitamini (mg)	0,259	0,233
B12 vitamini (mg)	0,145	0,510
Folik asit(mg)	-0,107	0,626
Pantotenik asit (mg)	-0,329	0,126
D vitamini (mcg)	-0,394	0,063
Mineraller		
Sodyum (mg)	0,152	0,488
Potasyum (mg)	-0,18	0,936
Kalsiyum (mg)	-0,249	0,253
Demir (mg)	0,050	0,821
Fosfor (mg)	-0,172	0,434
Magnezyum (mg)	-0,052	0,710
Çinko (mg)	-0,326	0,129
Selenyum (mcg)	-0,201	0,357
Sıvı (ml)	0,054	0,807
Kafein (mg)	-0,139	0,526

Spearman rho korelasyon analizi, * $p < 0,05$

Tablo 18’de maratoncuların günlük enerji ve besin ögesi alımı ile VO₂max durumları arasındaki ilişkiler verilmiştir. Maratoncuların günlük enerji ve besin ögesi alımı durumlarının normatif VO₂max değerine ulaşmasında etkili olmadığı saptanmıştır (p>0.05).

Tablo 18. Maratoncuların günlük enerji ve besin ögesi alımının VO₂max’a etkisinin dağılımı

		VO ₂ max n(%)			X ²	p
		Yeterli	Yetersiz	Toplam		
Enerji (kcal)	Yeterli	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	-	-
	Yetersiz	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Makro besin ögesi						
Karbonhidrat (g)	Yeterli	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	-	-
	Yetersiz	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Protein (g)	Yeterli	11 (47,9)	5 (21,7)	16 (69,6)	0,289	0,657
	Yetersiz	4 (17,4)	3 (13,0)	7 (69,6)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Yağ (%)	Yetersiz	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	-	-
	Fazla	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Vitaminler						
A vitamini (mcg)	Yeterli	10 (43,5)	2 (8,7)	12 (52,2)	3,630	0,089
	Yetersiz	5 (21,7)	6 (26,1)	11 (47,8)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
E vitamini (mg)	Yeterli	5 (21,7)	1 (4,4)	6 (26,1)	1,174	0,369
	Yetersiz	10 (43,5)	7 (30,4)	17 (73,9)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
C vitamini (mg)	Yeterli	5 (21,7)	0 (0,0)	5 (21,7)	3,407	0,089
	Yetersiz	10 (43,5)	8 (34,8)	18 (78,3)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
B1 vitamini (mg)	Yeterli	3 (13,0)	1 (4,4)	4 (17,4)	0,204	0,565
	Yetersiz	12 (52,2)	7(30,4)	19 (82,6)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		

Ki kare testi , Rekreasyonel erkek koşucular için normatif VO₂max değeri 54,2 ml/kg/dk olarak temel alınmıştır.

Tablo 18. Maratoncuların günlük enerji ve besin ögesi alımı durumlarının VO₂max'a etkisinin dağılımı (devam)

		VO ₂ max n(%)			X ²	p
		Yeterli	Yetersiz	Toplam		
Vitaminler						
Folik asit (mg)	Yeterli	14 (60,9)	8 (34,8)	22 (95,7)	0,558	0,652
	Yetersiz	1 (4,3)	0 (0,0)	1 (4,3)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
B2 vitamini (mg)	Yeterli	9 (39,1)	5 (21,8)	14 (60,9)	0,014	0,633
	Yetersiz	6 (26,1)	3 (13,0)	9 (39,1)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Niasin (mg)	Yeterli	8 (34,8)	7 (30,4)	15 (65,2)	2,685	0,118
	Yetersiz	7 (30,4)	1 (4,4)	8 (34,8)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
B6 vitamini (mg)	Yeterli	11 (47,8)	3 (13,1)	14 (60,9)	2,813	0,110
	Yetersiz	4 (17,4)	5 (21,7)	9 (39,1)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
B12 vitamini (mg)	Yeterli	1 (4,4)	1 (4,4)	2 (8,8)	0,224	0,585
	Yetersiz	14 (60,8)	7 (30,4)	21 (91,2)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
D vitamini (mcg)	Yetersiz	9 (39,1)	2 (8,7)	11 (47,8)	2,561	0,122
	Yeterli	6 (26,1)	6 (26,1)	12 (52,2)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Mineraller						
Sodyum (mg)	Yeterli	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)	-	-
	Yetersiz	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Potasyum (mg)	Yeterli	9 (39,1)	5 (21,7)	14 (60,9)	0,014	0,633
	Yetersiz	6 (26,1)	3 (13,1)	9 (39,1)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Kalsiyum (mg)	Yeterli	5 (21,7)	4 (17,4)	9 (39,1)	0,608	0,367
	Yetersiz	10 (43,5)	4 (17,4)	14 (60,9)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		
Demir (mg)	Yeterli	11 (47,8)	6 (26,1)	17 (73,9)	0,008	0,666
	Yetersiz	4 (17,4)	2 (8,7)	6 (26,1)		
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)		

Ki kare testi , Rekreatyoneel erkek koşucular için normatif VO₂max değeri 54,2 ml/kg/dk olarak temel alınmıştır.

Tablo 18. Maratoncuların günlük enerji ve besin ögesi alımı durumlarının VO₂max'a etkisinin dağılımı (devam)

		VO ₂ max n(%)		Toplam	X ²	p	
		Yeterli	Yetersiz				
Mineraller							
	Fosfor (mg)	Yeterli	12 (52,2)	7 (30,4)	19 (82,6)	0,204	0,565
		Yetersiz	3 (13,0)	1 (4,4)	4 (17,4)		
Toplam		15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)			
Magnezyum (mg)	Yeterli	2 (8,7)	0 (0,0)	2 (8,7)	1,168	0,415	
	Yetersiz	13 (56,5)	8 (34,8)	21 (91,3)			
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)			
Çinko (mg)	Yeterli	8 (34,8)	5 (21,7)	13 (56,5)	0,178	0,510	
	Yetersiz	7 (30,4)	3 (13,1)	10 (43,5)			
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)			
Selenyum (mcg)	Yeterli	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	-	-	
	Yetersiz	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)			
	Toplam	15 (65,2)	8 (34,8)	23 (100,0)			

Ki kare testi , Rekreatyoneel erkek koşucular için normatif VO₂max değeri 54,2 ml/kg/dk olarak temel alınmıştır.

4.4. Maratoncuların VO₂max'a İlişkin Verileri ve Eritrogram Sonuçları ile İlişkisi

Tablo 19'da Maratoncuların VO₂max durumlarına göre eritrogram sonuçları (RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, RDW, MCHC) karşılaştırılmış; VO₂max değeri yeterli ve yetersiz olan maratoncuların eritrogram sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 19. Maratoncuların VO₂max durumlarına göre eritrogram sonuçlarının karşılaştırılması

	VO ₂ max			Z	p
	Ortanca (25.-75. çeyrek)				
	Yeterli (n=15)	Yetersiz (n=6)	Toplam (n=21)		
RBC (x10 ⁶ /mm ³)	5,3 (4,8-5,3)	4,8 (4,5-5,4)	4,9 (4,7-5,3)	- 0,780	0,435
HGB (g/dl)	15,0 (14,5- 16,0)	14,6 (12,4-14,8)	14,8 (14,3-15,5)	- 1,870	0,061
HCT (%)	44,3 (42,1- 46,7)	42,8 (36,8-44,1)	43,9 (41,9-45,7)	- 1,713	0,087
MCV (fl)	87,8 (28,4- 31,0)	89,6 (77,3-91,5)	88,5 (84,1-90,5)	- 0,467	0,640
MCH (pg)	30,4 (28,4- 31,0)	30,6 (25,2-31,4)	30,5 (28,2-31,1)	- 0,234	0,815
MCHC (g/dl)	34,0 (33,7- 34,9)	33,8 (32,6-34,6)	33,9 (33,6-34,9)	- 1,054	0,292
RDW (%)	12,9 (12,4- 13,2)	12,9 (12,7-13,8)	12,9 (12,6-13,4)	- 0,707	0,479

Mann - Whitney U,

Tablo 20’de dayanıklılık ve güç/kuvvet grubundaki maratoncuların eritrogram bulguları (RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, RDW, MCHC) karşılaştırılmış; dayanıklılık grubundaki maratoncuların HGB ve HCT bulgularının, güç/kuvvet grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p=0,014$; $p=0,015$).

Tablo 20. Gruplara göre eritrogram bulgularının karşılaştırılması

	VO ₂ max			Z	p
	Ortanca (25.-75. çeyrek)				
	Dayanıklılık (n=15)	Güç/kuvvet (n=6)	Toplam (n=21)		
RBC (x10 ⁶ /mm ³)	5,3 (4,8-5,3)	4,9 (4,6-5,3)	4,9 (4,7-5,3)	- 0,673	0,501
HGB (g/dl)	15,3 (14,8- 16,4)	14,6 (13,6-15,0)	14,8 (14,3-15,5)	- 2,464	0,014*
HCT (%)	45,5 (43,9- 46,9)	42,7 (40,6-42,7)	43,9 (41,9-45,7)	- 2,425	0,015*
MCV (fl)	89,0 (85,4- 91,6)	87,6 (80,5-89,9)	88,5 (84,1-90,5)	- 1,194	0,233
MCH (pg)	31,0 (28,7- 31,3)	30,2 (27,6-30,7)	30,5 (28,2-31,1)	- 1,532	0,126
MCHC (g/dl)	33,8 (33,6- 35,0)	33,9 (33,4-34,8)	33,9 (33,6-34,9)	- 0,037	0,970
RDW (%)	13,0 (12,7- 13,6)	12,8 (12,4-13,3)	12,9 (12,6-13,4)	- 0,716	0,474

Mann - Whitney U, * $p < 0,05$

Tablo 21’de Maratoncuların eritrogram sonuçlarının VO₂max değerleri ile ilişkisi incelenmiştir. Eritrogram sonuçları ile VO₂max değerleri arasında ilişki bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 21. Maratoncuların eritrogram sonuçları ile VO₂max değerleri arasındaki ilişki

	VO ₂ max	
	Rho	p
RBC (x10 ⁶ /mm ³)	0,092	0,691
HGB (g/dl)	0,375	0,094
HCT (%)	0,325	0,151
MCV (fl)	0,106	0,648
MCH (pg)	0,105	0,650
RDW (%)	-0,141	0,543
MCHC (g/dl)	0,223	0,330

Spearman rho korelasyon analizi

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada dayanıklılık performansına yatkınlık sağlayan polimorfizmler aracılığıyla dayanıklılık sporcusu olan 23 rekreasyonel maratoncunun genetik profilleri değerlendirilerek, beslenmenin ve genotip-fenotip korelasyonunun spor performansındaki rolüne etkisi incelenmiştir.

5.1. Maratoncuların Antropometrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Dayanıklılık ve güç/kuvvet grubunun beden kitle indeksi (BKİ) ortancaları karşılaştırıldığında, istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Dayanıklılık grubunda BKİ ortancası 22,3 (21,5-22,8) kg/m² olarak ve güç/kuvvet grubu BKİ ortancası ise 24,3 kg/m² olarak saptanmıştır (Tablo 8). Ginevicene ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada Litvanya'lı dayanıklılık sporcularının BKİ ortalaması 22,8±4 kg/m² olarak bulunmuştur (Ginevicene ve ark., 2011). Bu çalışmayla benzer olarak Lucia ve ark. (2005) tarafından İspanyol erkek dayanıklılık sporcularında yapılan çalışmada BKİ ortalaması 20,6±1,5 kg/m² olarak belirtilmiştir (Lucia ve ark., 2005). Bu çalışmada saptanan BKİ değerlerinin literatürle benzer olduğu düşünülmüştür.

5.2. Maratoncuların VO₂max Bulgularının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada maratoncuların aerobik performanslarına ilişkin veriler incelendiğinde; dayanıklılık grubunun maksimum oksijen tüketim (VO₂max) ortancası 54,0 (52,3-59,1) ml/kg/dk, test süresi 11,4 (11,1-13,1) sn ve test mesafesi 2140,0 (2020,0-2500,0) m olarak ve güç/kuvvet grubunun ise 52,4 (48,7-55,9) ml/kg/dk, 10,9 (10,1-12,2) sn ve 2030,0 (1785,0-2275,0) m olarak saptanmıştır. Bu iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Dayanıklılık performansının ana göstergesi olan oksijen tüketim kapasitesi (VO₂max), test süresi ve mesafesinin dayanıklılık grubunda güç/kuvvet grubuna göre daha yüksek bulunması, grupların ROC analizi ile optimal kesim noktasına (gen skoru 6,5) göre belirlenmesinden dolayı beklenen bir sonuçtur. Bu çalışmadan farklı olarak Buxens ve ark. (2010) tarafından

Kafkas (İspanyol) dayanıklılık sporcularında yapılan çalışmada VO₂max ortalaması 73,9 ml/kg/dk olarak bulunmuştur (Buxens ve ark., 2010). Muniesa ve ark. (2010) tarafından üst düzey güç ve dayanıklılık spor performansının genetik yaklaşımla tahmin edilebilme durumunun araştırıldığı bir çalışmada ise İspanyol elit dayanıklılık sporcularında VO₂max değeri 71,4 ml/kg/dk olarak saptamıştır (Muniesa ve ark., 2010). Bu farkın, etnik farklılık ya da seçilen sporcu grubunun üst düzey elit olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

5.3. Maratoncuların ACE, ACTN3, ADRB2, PPARGC1A, CRP, COL5A1, VDR ve EPOR geni genotip dağılımı ve alel sıklığı sonuçları

Bu çalışmada incelenen polimorfizmler açısından maratoncularla ilgili literatürde örnek çalışma bulunmadığından çok fazla kıyaslama yapılamamaktadır. ACE geni I/D polimorfizmleri incelendiğinde bu çalışmada maratoncuların (n=23) 5'nin (%21,7) II, 9'unun (%39,1) ID ve 9'unun (%39,1) DD genotipinde olduğu görülmüştür. İsraili 121 elit atlette ACE geni I/D polimorfizm prevelansının incelendiği bir çalışmada 79 maratoncunun 7'sinin (%8,9) II, 23'ünün (%29,1) ID ve 49'unun (%62,0) DD genotipinde olduğu bildirilmiştir (Amir ve ark., 2007). ACTN 3 geni T/C polimorfizmleri incelendiğinde bu çalışmada maratoncuların (n=23) 5'nin (%21,7) TT, 8'inin (%34,8) CT ve 10'unun (%43,5) CC genotipinde olduğu görülmüştür. Ülkemizde Kaman ve ark. (2017) tarafından dayanıklılık sporcusu olan 36 milli bisikletçide ACTN3 R577X polimorfizminin dağılımlarını belirlemek amaçlı yapılan çalışmada erkek bisikletçilerin 7'sinin (%20) XX (TT), 8'inin (%22) XR (CT) ve 8'inin (%22) RR genotiplerine sahip olduğu bulunmuştur (Kaman ve ark., 2017). Maratoncuların (n=23) 1'nin (%4,3) ADRB2 geni AA, 6'sının (%26,1) AG ve 16'sının (%69,6) GG genotipinde olduğu görülmüştür. Farklı düzeydeki sporcularda ADRB2 polimorfizmlerinin farklı metabolik ve kardiyopulmoner talepleri (dayanıklılık ve güç / kuvvet) ile arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla yapılan bir çalışmada elit olmayan farklı disiplinlerden dayanıklılık sporcularının (n=35) 9'unun (%25,7) GG, 15'inin (%42,9) GA ve 11'inin (%31,4) GG genotiplerine sahip olduğu bulunmuştur (Sawczuk ve ark., 2013). PPARGC1A geni G/A polimorfizmleri incelendiğinde bu çalışmada maratoncuların (n=23) 6'sının (%26,1) GG, 14'ünün (%60,9) GA ve 3'nün (%13,0) AA genotipinde olduğu, CRP geni A/G polimorfizmleri incelendiğinde ise maratoncuların 2'sinin (%8,7) AA, 11'inin (%47,8) AG ve 10'unun (%43,5) GG

genotipinde olduğu görülmüştür. Bu çalışmada COL5A1 CC, CT ve TT genotipi sıklığı maratoncularda sırasıyla 4 (%17,4) ; 14 (%60,9) ve 5 (%21,7) olarak bulunmuştur. Erkek ultramaratoncularda (n=51) COL5A1 genotip sıklığının araştırıldığı bir çalışmada CC, CT ve TT genotipi sıklığı sırasıyla 10 (%55,6); 16 (76,2) ve 25 (78,1) olarak bulunmuştur (Brown ve ark., 2011). Maratoncuların (n=23) 8'inin (%34,8) VDR geni AA, 10'unun (%43,5) AG ve 5'inin (%21,7) GG genotipinde olduğu saptanmıştır. Bu çalışmadaki maratoncularda EPOR geni G/A polimorfizminin AA ve AG genotiplerine rastlanmamıştır. Literatürde polimorfizm sıklıklarının farklı olmasının cinsiyet, yaş, spor disiplini ve etnik köken gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

5.4. Genotip-fenotip korelasyonunun VO₂max'a etkisinin değerlendirilmesi

Bu çalışmada Dayanıklılık grubunun VO₂max değerlerinin Güç/kuvvet grubundan anlamlı olarak daha yüksek olduğu ($p<0,05$) ve maratoncuların genetik profilinin dayanıklılık performansını (VO₂max) %31,5 oranında etkilediği saptanmıştır. Bu çalışmanın sonucuna benzer olarak McArdle ve ark. (2000) aerobik kapasite ve dayanıklılığın artırılmasını etkileyen faktörlerin başında genetik olduğunu ve genetiğin VO₂max düzeyini %40 oranında etkileyebileceğini bildirmiştir (McArdle ve ark., 2000).

5.5. Enerji, Besin Ögesi ve Sıvı Alımlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada tüm maratoncuların günlük ortalama enerji, protein, karbonhidrat ve yağ miktarı sırasıyla, 1791,8(945,6-2170,4) kkal; 93,6 (52,6-102,9) g; 142,3 (92,9-180,5) g ve 83,3 (51,2-120,6) g olarak bulunmuştur. Maratonculardan hiçbirinin günlük önerilen enerji ve karbonhidrat alımı değerlerine ulaşamadığı gözlemlenirken, 16(%69,6) maratoncunun yeterli protein aldığı ve maratoncuların tamamının günlük önerilen yağ alımından fazla yağ tükettiği saptanmıştır. Bu çalışmadaki maratoncular gibi dayanıklılık sporcusu olan Kenyalı elit ve yarı profesyonel orta ve uzun mesafe koşucularının günlük enerji ve makro besin ögesi alımının incelendiği bir çalışmada Kenyalı atletlerin günlük ortalama enerji, protein, karbonhidrat ve yağ miktarları sırasıyla 3211 kkal; 88 g; 476 g ve 45,2 g olarak belirtilmiştir. Aynı derlemede Kenyalı koşucuların günlük karbonhidrat ve protein alımlarının yeterli olduğu ve koşucuların günlük enerji dengesini sağladığı bildirilmiştir (Christensen, 2004). Litvanya'da 2009-

2012 yılları arasında 146 dayanıklılık sporcusunun beslenme alışkanlıklarının analiz edildiği bir çalışmada, bu çalışmadaki sonuçlarla benzer şekilde dayanıklılık sporcularının % 80.8' inin diyetlerinde tavsiye edilenden daha az miktarda karbonhidrat ve % 70'inin fazla yağ tükettiği tespit edilmiştir (Baranauskas, 2015).

5.6. Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımları ile VO₂max Değerlerinin Karşılaştırılması

Jeukendrup (2011) maraton, triatlon ve bisiklet dayanıklılık sporlarında beslenme önerilerini incelediği çalışmasında dayanıklılık egzersizini optimize etmek için hem öncesi hem de egzersiz sırasında karbonhidrat ve sıvı alımının önemli bir rol oynayabileceğini bildirmiştir (Jeukendrup, 2011). Bu çalışmada günlük karbonhidrat alımının VO₂max'ı etkilemediği saptanmıştır.

Yetersiz enerji, protein, yağ ve karbonhidrat alımının fiziksel performans üzerindeki olumsuz etkileri iyi bilinmesine rağmen, düşük vitamin ve mineral alımının sporcuların egzersiz kapasitesi ve performansları üzerindeki etkisi hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Ancak özellikle sporcularda mikro besin ögesi alımları önerilerin altında kaldığında bazı fonksiyonel bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada maratoncuların mikro besin ögesi alımları ile yeterli ve yetersiz alım durumlarının VO₂max'a etkisi Tablo 15-18'de verilmiştir. Lukaski (2004) tarafından vitamin ve mineral durumunun fiziksel performansa etkisinin araştırıldığı çalışmada folik asit ve B₁₂ vitaminin ciddi yetersizliğinin anemiye ve dayanıklılık performansında azalmaya neden olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca magnezyumun yetersiz alımında submaksimal egzersizi tamamlamak için gereken oksijen miktarının artarak VO₂max'ı olumsuz etkilediği ve anemi olan veya olmayan bireylerde demir eksikliğinin dayanıklılık performansını düşürebileceğini belirtmektedir. A ve E vitamini alımının vücutta depolanmalarından dolayı yetersizliğinin performansı etkilemediği düşünülmektedir (Lukaski, 2004). Bu çalışmada ise maratoncuların mikro besin ögesi alımlarının VO₂max'ı etkilemediği saptanmıştır.

Güç/kuvvet grubundaki maratoncuların günlük yağ ve pantotenik asit alımlarının, dayanıklılık grubundakilere göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Ancak günlük yeterli miktarda pantotenik asit alanların sayısının güç/kuvvet grubuna oranla dayanıklılık grubunda anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur

($p < 0,05$), Ayrıca günlük yeterli miktarda kalsiyum alanların sayısının dayanıklılık grubuna oranla güç/kuvvet grubunda anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).

5.7. Maratoncuların Eritrogram Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Egzersizde temel işlevi O₂'nin akciğerlerden dokulara taşınması ve metabolik olarak üretilen CO₂'nin ekspirasyon için akciğerlere verilmesi olan kırmızı kan hücrelerinin (RBC) ve kanın tamponlanması ve akışında rol alan hemoglobin aerobik egzersizlerin temel bileşenlerinden biridir. Bu çalışmada maratoncuların hemoglobin değerlerinin VO₂max değerleri ile arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Hemoglobin miktarı ve egzersiz arasındaki ilişkinin incelendiği farklı çalışmalarda kan hemoglobin miktarındaki 1g'lık artışın, VO₂max'ı 3 ml/dk arttırdığını göstermektedir (Schmidt ve Prommer, 2008; Parisotto ve ark., 2000).

5.8. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Güçlü Yönleri

Maratonculardan 3 günlük geriye dönük besin tüketim kaydı alınması, 9 gendeki (ACE, ACTN3, ADRB2, PPARGC1A, CRP, COL5A1, VEGFA, VDR ve EPOR) polimorfizmlerin incelenmesi ve çalışmaya iyi antrene rekreasyonel maratoncuların dâhil edilmesi çalışmanın güçlü yönleri olarak değerlendirilmiştir. Literatürde birden fazla polimorfizm göz önüne alınarak sporcularda beslenmenin performansa etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmanın özgün değere sahip olduğu düşünülmektedir.

Her iki cinsiyeti temsil edebilecek yeterlilikte katılımcı sayısına ulaşamamış olması bu çalışmanın kısıtlılıklarından biridir. Bir diğer kısıtlılık ise aerobik performans ölçümü (VO₂max) testi olarak direkt ölçümler yerine indirekt bir ölçüm olan 20 m mekik koşusu testinin uygulanmasıdır. Çalışmaya sadece erkek maratoncuların dahil edilmesi cinsiyetlere göre VO₂max değerlerinin değişim göstermesi sebebiyle çalışmanın hem güçlü yanını hem de cinsiyet faktörünün incelenememesi sebebiyle kısıtlılığını oluşturmaktadır.

5.9. Sonuç ve Öneriler

Dayanıklılık performansı ile ilişkilendirilen 8 varyant aracılığıyla genetik profilleri değerlendirilen erkek maratoncuların beslenme programları ile genotip-fenotip

korelasyonlarının aerobik performansa etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın sonuçları şu şekilde sıralanmıştır;

1. Dayanıklılık grubunun VO₂max değerlerinin Güç/kuvvet grubundan anlamlı olarak daha yüksek olduğu ve maratoncuların genetik profilinin dayanıklılık performansını (VO₂max) %31,5 oranında etkilediği saptanmıştır.
2. Tüm maratoncuların %34,8'inin VO₂max'nın normatif düzeyin altında olduğu bulunmuştur.
3. Maratoncuların boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ değerleri ile VO₂max değerleri arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Maratoncuların yaşları ile VO₂max değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu görülmüştür ($p=0,036$).
4. Maratoncuların spora başlama yaşı, düzenli spor yapma süresi (yıl), haftalık antrenman süresi (gün ve saat) ve haftalık antrenman koşu mesafeleri gibi kondisyon özellikleri ile VO₂max değerleri ile arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Ancak 10 km'i koşma süreleri (dk) ile VO₂max değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu görülmüştür ($p=0,004$). Maratoncuların 10 km'yi koşma süreleri azaldıkça, VO₂max değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.
5. Tüm maratoncuların günlük ortalama enerji, protein, karbonhidrat miktarı ve günlük enerjiden gelen yağ yüzdesi sırasıyla, 1791,8 (1244,9-2075,6) kkal; 93,6 (52,6-102,9) g; 142,3 (92,9-180,5) g ve %41,0 (35,-46,0) olarak bulunmuştur. Güç/kuvvet grubundaki maratoncuların günlük yağ ve pantotenik asit alımlarının, dayanıklılık grubundakilere göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p=0,044$, $p=0,033$).
6. Maratoncuların hiçbirinin günlük önerilen enerji ve karbonhidrat alımı değerlerine ulaşmadığı gözlemlenirken, 16 (%69,6) maratoncunun yeterli protein aldığı ve Maratoncuların tamamının günlük önerilen yağ alımından fazla yağ tükettiği saptanmıştır.
7. Maratoncuların günlük enerji, besin ögesi ve sıvı alımları ile VO₂max değerleri arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).
8. Maratoncuların eritrogram bulguları ile VO₂max değerleri arasında ilişki bulunmadığı gösterilmiştir.

Yapılan alışmalar göstermiştir ki sportif performansın oluşması ve gelişmesinde antrenman, genetik, epigenetik, beslenme, motivasyon, ekipman ve diğer çevresel faktörler etkilidir. Performansa hangi genetik faktörün ne kadar etki ettiğinin, beslenmenin veya antrenmanın mı, genetik faktörlerin mi daha etkili olduğunun saptanmasının oldukça zor olduğu grlmştir. Bu etkilerin bykrneklem gruplarında yürütülen çalışmalarla değerlendirilmesi gerektiği dşnlmştir.

Sonuç olarak, sportif performansı ya da başarıyı tek bir genetik polimorfizmle açıklamak mümkün gözükmemektedir. Sportif performansa etki eden pek çok gen ve çevresel faktör bulunmaktadır. Genetik taramalar sonucu şampiyon sporcu değil, sporcunun güçlü ya da zayıfzellikleri ortaya konmaktadır. Sporcunun genetik avantaj ve dezavantajları belirlendiğinde, kişiyezel antrenman ve beslenme programları düzenlenerek optimal performansa ulaşılabileceği dşnlmştir.

KAYNAKLAR

Ahmetov II ve Fedotovskaya ON. Current Progress in Sports Genomics. Adv Clin Chem. 2015;70: 247-314.

Ahmetov II, Khakimullina AM, Popov DV, Missina SS, Vinogradova OL, Rogozkin VA, Polymorphism of the vascular endothelial growth factor gene (VEGF) and aerobic performance in athletes, Hum. Physiol. 2008;34:477–481.

Aldo M. Costa, Luiza Breitenfeld, Anto´nio J. Silva, Ana Pereira, Mikel Izquierdo and Ma´rio C. Marques. Genetic Inheritance Effects on Endurance and Muscle Strength An Update. Sports Med 2012; 42 (6): 449-458.

Alfred T, Ben-Shlomo Y, Cooper R, Hardy R, Cooper C, Deary IJ, Gunnell D, Harris SE, Kumari M, Martin RM, Moran CN, Pitsiladis YP, Ring SM, Sayer AA, Smith GD, Starr JM, Kuh D, Day IN; HALCYON study team. ACTN3 Genotype, Athletic Status, and Life Course Physical Capability: Meta-Analysis of the Published Literature and Findings from Nine Studies. Hum Mut, 2011;32:1008–1018.

American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American college of sports medicine position stand. Nutrition and athletic performance. Med Sci Sports Exerc 2009;41(3):709-731.

Amir O, Amir R, Yamin C, Attias E, Eynon N, Sagiv M, Meckel Y. The ACE deletion allele is associated with Israeli elite endurance athletes. Exp Physiol. 2007 Sep;92(5):881-6. Epub 2007; 13.

Andersen P, Saltin B. Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *J Physiol*. 1985;366:233-249.

Applegate L. Sağlıklı Yaşam ve yüksek performans için beslenme ve diyet temel ilkeleri. eviren zpinar H. 1. basım, İstanbul Tıp Kitabevleri. İstanbul; 2011, s:276.

Armstrong N. Aerobic fitness of children and adolescents. *J Pediatr* 2006;82:406-408.

Åstrand PO, Bergh U, Kilbom Å. A 33-yr follow-up of peak oxygen uptake and related variables of former physical education students. *J Appl Physiol* 1997;82:1844-1852.

Austin K, Seebohar B. Performance Nutrition: Applying the Science of Nutrition Timing. USA: Associated Press. 2011.

Baranauskas M, Stukas R, Tubelis L, Źagminas K, Źurkienė G, Źvedas E, Giedraitis VR, Dobrovolskij V, Abaravičius JA. Nutritional habits among high-performance endurance athletes. *Medicina (Kaunas)*. 2015;51(6):351-62.

Barnes KR, Kilding AE. Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine - Open* (2015) 1:8.

Bayraktar B, Kurtoğlu M. Sporda performans ve performans artırma yöntemleri. In: Atas T, Ycesir İ, eds. Doping ve futbolda performans artırma yöntemleri. İstanbul: TFF Yayınları; 2004, p:269-296.

Bayraktar B, Kurtoğlu M. Sporda Performans, Etkili Faktörler, Değerlendirilmesi ve Artırılması. Klinik gelişim. 2009;22(16-24):283-296.

Beck KL, Thomson JS, Swift RJ, von Hurst PR. Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. Open Access J Sports Med 2015;6(11):259-267.

Benardot D. Nutrition for serious athletes. America: Human kinetics; 2000, p: 249.

Billaut F, Basset, AF. Effect Of Different Recovery Patterns On Repeated Sprint Ability And Neuromuscular Responses. Journal Of Sports Sciences. 2007;25:905-913.

Bouchard C, An P, Rice T, Skinner JS, Wilmore JH, Gagnon J, Pérusse L, Leon AS, Rao DC. Familial aggregation of VO₂max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. J Appl Physiol (1985). 1999;87(3):1003-1008.

Bouchard C, Malina RM. Genetics of physiological fitness and motor performance (Review). *Exerc Sport Sci Rev*. 1983;11:306-339.

Bouchard C, Ordovas JM. Recent Advances in Nutrigenetics and Nutrigenomics, Volume 108. 1st Edition. Academic Press. 2012.

Brown JC, Miller CJ, Posthumus M, Schwellnus MP, Collins M. The COL5A1 gene, ultra-marathon running performance, and range of motion. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011 Dec;6(4):485-96.

Burke LM, Loucks AB, Broad N. Energy and carbohydrate for training and recovery. *J Sports Sci* 2006;24(7):675-685.

Burke LM, Meyer NL, Pearce J. National Nutritional Programs for the 2012 London Olympic Games: a systematic approach by three different countries. *Nestle Nutr Inst Workshop*. 2013;76:103-20.

Castillo-Garzón MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez Á. Anti-aging therapy through fitness enhancement *Clin Interv Aging*, 2006; 1: 213-220.

Chagnon YC, Allard C, Bouchard C. Red blood cell genetic variation in Olympic endurance athletes. *J Sports Sci*. 1984;2:121-129.

Cheuvront SN, Kenefick RW, Montain SJ, Sawka MN. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *J Appl Physiol* 2010;109(6): 1989-95.

Christensen DL. Diet intake and endurance performance in Kenyan runners. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 2004;1(4): 249–253.

Costa AM, Breitenfeld L, Silva AJ, Pereira A, Izquierdo M, Marques MC. Genetic inheritance effects on endurance and muscle strength: an update. *Sports Med*. 2012 Jun 1; 42(6):449–458.

De Moor MH, Spector TD, Cherkas LF, Falchi M, Hottenga JJ, Boomsma DI, et al. Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs. *Twin Res Hum Genet*. 2007;10:812-820.

Dietitians of Canada. Joint Pozition Statement. Nutrition and Athletic Performance. American Dietetic Association”,Am College of Sport Med.2009;p:709-731.

Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM, Ülkar B,Hazır T.Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım;2007, p:41-42.

Erikoğlu Örer G, Cinemre A, Şahin Z, Pense M. Bayan Basketbolculara Uygulanan 100 M Dairesel Ve 20 M Modifiye Mekik Testine Verilen Fizyolojik Cevapların Karşılaştırılması. Cbü Bed Eğt Spor Bil Dergisi; 2016;11(1).

Eroğlu O, Zileli R. Genetik Faktörlerin Sportif Performansa Etkisi.Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi, 2015;1(1):63-76.

Ersoy G. “Sağlıklı Yaşam, Spor ve Beslenme”. Ankara: GSGM Baskı.1995;p:46.

Ersoy G. Egzersiz ve Spor Yapanlar İçin Beslenme. 5.Baskı. Nobel Yayıncılık.2012.

Eynon N, Oliveira J, Meckel Y, Sagiv M, Yamin C, Sagiv M, Amir R, Duarte JA.The guanine nucleotide binding protein beta polypeptide 3 gene C825T polymorphism is associated with elite endurance athletes.Exp Physiol. 2009 Mar;94(3):344-349.

Faruque MU Millis RM, Dunston GM, Kwagyan J, Bond V Jr, Rotimi CN, Davis T, Christie R, Campbell AL.Association of GNB3 C825T polymorphism with peak oxygen consumption.Int J Sports Med. 2009 May;30(5):315-319.

Fink HH, Burgoon LA, Mikesky AE, Practional Applications in Sports Nutrition. Canada: Jones and Bartlett Publishers;2006, p:332, 363-428.

Gineviciene V, Pranckeviciene E, Milasius K, Kucinskas V. Gene variants related to the power performance of the Lithuanian athletes. Cent Eur J Biol. 2011;6(1):48-57.

Gropper SS, Smith JL, Groff JL. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 5th edition, USA: Cengage Learning,2009;p:291.

Guth LM ve Stephen MR. Genetic influence on athletic performance. Current opinion in pediatrics.2013;25:653-658.

Guyton AC ve Hall JH. Tıbbı Fizyoloji. In: Çağlayan Yeğen B.ed. Spor Fizyolojisi. 13th ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2017, p:1085-1097.

Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara: Gazi Kitabevi. 2018.

Güzel NA. Dayanıklılık sporları fizyolojisi. In: Karabudak E, Turnagöl H, eds. Farklı spor Dallarında Egzersiz ve Beslenme. 1st ed. Ankara: Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayını; 2018, p:119-133.

Hamilton B. Vitamin D and athletic performance: the potential role of muscle. Asian J Sports Med. 2011;2:211-9.

Howarth KR, Moreau NA, Phillips SM, Gibala MJ. Coingestion of protein with carbohydrate during recovery from endurance exercise stimulates skeletal muscle protein synthesis in humans. *J Appl Physiol*. 2009;206(4):1394-1402.

Howarth KR, Phillips SM, MacDonald MJ, Richards D, Moreau NA, Gibala MJ. Effect of glycogen availability on human skeletal muscle protein turnover during exercise and recovery. *J Appl Physiol* 2010;109:431-438.

Howley ET, Franks BD. *Health Fitness Instructor's Handbook*. Third Edition, Canada: Human Kinetics. 1997;p:151.

Insel P, Turner RE, Ross D. "Nutrition", American Dietetic Association, Second edition. Canada: Jones and Bartlett Publishers, 2004; p: 317.

Işık A. Sportif Performans ve Genetik. *Klinik Gelişim Dergisi*. 2008:37-39.

Ivy JL, Ding Z, Hwang H, Cialdella-Kam LC, Morrison PJ. Post exercise carbohydrate-protein supplementation: phosphorylation of muscle proteins involved in glycogen synthesis and protein translation. *Amino Acids*. 2008; 35(1):89-97.

Jentjens RL, Wagenmakers AJ, Jeukendrup AE. Heat stress increases muscle glycogen use but reduces the oxidation of ingested carbohydrates during exercise. *J Appl Physiol* 2002;92:1562-1572.

Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Med* 2014;44(Suppl 1):25-33.

Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 2004;20(7-8):669-77.

Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci* 2011;29(Suppl. 1):91-99.

Jeukendrup, AE, Killer S.. The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2011;57 (suppl. 2), 18–25.

Kaman T, Kapıcı S, Sercan C, Konuk M ve Ulucan K. Türk Milli Bisikletçilerde Alfa-Aktinin-3 R577X Polimorfizm Dağılımının Belirlenmesi. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*. 2017; 2 (1), 41-47.

Kambouris M, Ntalouka F, Ziogas G, Maffulli N. Predictive genomics DNA profiling for athletic performance. *Recent Pat DNA Gene Seq*. 2012;6(3):229-239.

Kanstrup IL, Ekblom B. Blood volume and hemoglobin concentration as determinants of maximal aerobic power. *Med Sci Sports Exerc*. 1984;16(3):256-262.

Karp JR, Johnston JD, Tecklenburg S, Mickleborough TD, Fly AD, Stager JM. Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*. 2006;16:78-91.

Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, Stout JR, Campbell B, Wilborn CD, Taylor L, Kalman D, Smith-Ryan AE, Kreider RB, Willoughby D, Arciero PJ, VanDusseldorp TA, Ormsbee MJ, Wildman R, Greenwood M, Ziegenfuss TN, Aragon AA, Antonio J. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;29:14:33.

Kerksick CM, Kulovitz M. Requirements of Energy, Carbohydrates, Proteins and Fats for Athletes. In: Debasis B, Sreejayan N, Chandan KS. eds. *Nutrition And Enhanced Sports Performance Muscle Building, Endurance, And Strength.* Academic Press; 2013. p.355-366.

Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J, Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018, 1;15(1):38.

Koku FE. Sportif Performansın Genetik İle İlişkisi. *Spor Hekimliği Dergisi* 2015; 50,21-30.

Kullo IJ, Khaleghi M, Hensrud DD. Markers of inflammation are inversely associated with VO₂ max in asymptomatic men. *J Appl Physiol.* 2007 Apr;102(4):1374-9.

Kyle RB, Kilding AE. Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine-Open*-2015;1:8.

Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson MG, Maron DJ, Borel MJ, Flakoll PJ. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol - Endocrinology and Metabolism* 2001;280:E982-993.

Levine BD. VO₂max: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol*. 2008 Jan 1;586(1):25-34.

Lucia A, Gomez-Gallego F, Barroso I, Rabadan M, Bandres F, San Juan AF, Chicharro JL, Ekelund U, Brage S, Earnest CP, Wareham NJ, Franks PW. PPARGC1A genotype (Gly482Ser) predicts exceptional endurance capacity in European men. *J Appl Physiol*. 2005;99: 344–348.

Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*. 2004;20(7-8):632-44.

Ma W, Kantarjian H, Zhang K, Zhang X, Wang X, Chen C, Donahue AC, Zhang Z, Yeh CH, O'Brien S, Garcia-Manero G, Caporaso N, Landgren O, Albitar M. Significant association between polymorphism of the erythropoietin gene promoter and myelodysplastic syndrome. *BMC Med Genet*. 2010;16;11:163.

Maffulli N, Margiotti K, Longo UG, Loppini M, Fazio VM, Denaro V. The genetics of sports injuries and athletic performance. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2013;11;3(3):173-189.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of Exercise Physiology*. In: Johnson E, Gulliver K, eds. Lippincott Williams and Wilkins. 2000;170-205.5.

Meyer F, Timmons BW and Wilk B. Water, Hydration and Sports Drink. In: Debasis B, Sreejayan N, Chandan KS. eds. Nutrition And Enhanced Sports Performance Muscle Building, Endurance, And Strength. Academic Press; 2013. p.377-384.

Miah A. Genetically Modified Athletes: Biomedical Ethics, Gene Doping and Sport. *J Sports Sci Med*. 2004 Sep; 3(3): 197.

Millard-Stafford M, Childers WL, Conger SA, Kampfer AJ, Rahnert JA, Recovery nutrition: timing and composition after endurance exercise. *Curr Sports Med Rep*. 2008; 7(4):193-201.

Montes J, Wulf G, Navalta JW. Maximal aerobic capacity can be increased by enhancing performers' expectancies. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018; 58(5):744-749.

Montgomery HE, Marshall R, Hemingway H, Myerson S, Clarkson P, Dollery C, Hayward M, Holliman DE, Jubb M, World M, Thomas EL, Brynes AE, Saeed N, Barnard M, Bell JD, Prasad K, Rayson M, Talmud PJ, Humphries SE. Human gene for physical performance. *Nature*. 1998; 393:221-222.

Morifuji M, Kanda A, Koga J, Kawanaka K, Higuchi M. Post-exercise carbohydrate plus whey protein hydrolysates supplementation increases skeletal muscle glycogen level in rats. *Amino Acids*. 2009; 11:15.

Myerson S, Hemingway H, Budget R, Martin J, Humphries S, Montgomery H. Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance. *J Appl Physiol*. 1999; 87: 1313-1316.

North KN, Yang N, Wattanasirichaigoon D, Mills M, Easteal S, Beggs AH. A common nonsense mutation results in alpha-actinin-3 deficiency in the general population. *Nat Genet.* 1999;21:353-354.

Nosaka N, Suzuki Y, Nagatoishi A, Kasai M, Wu J, Taguchi M, “Effect of ingestion of medium-chain triacylglycerols on moderate- and high-intensity exercise in recreational athletes”, *J Nutr Sci Vitaminol.*2009; 55(2),120-5.

Obisesan TO, Leeuwenburgh C, Phillips T, Ferrell RE, Phares DA, Prior SJ, Hagberg JM.C-reactive protein genotypes affect baseline, but not exercise training-induced changes, in C-reactive protein levels.*Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2004;24(10):1874-9.

Ormsbee MJ, Bach CW,Baur DA. Pre-exercise nutrition: The role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients.* 2014;6(5): 1782-1808.

Otten J, Pitzi Hellwig J, Meyers L, editors. *Dietary references intakes: the essential guide to nutrient requirements.* Washington DC: The National Academies Press; 2006.

Özdemir G. Spor Dallarına Göre Beslenme.Spor metre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi, 2010;8(1):1-6.

Paik IY, Jeong MH, Jin HE, Kim YI, Suh AR, Cho SY, Roh HT, Jin CH, Suh SH, “Fluid replacement following dehydration reduces oxidative stress during recovery”, *Biochem Biophys Res Commun.* 2009;383(1):103-7.

Posthumus M, Schwellnus MP, Collins M. The COL5A1 gene: a novel marker of endurance running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(4):584-589.

Potgieter S. Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *South African journal of clinical nutrition.* 2013;26(1), 6-16:61.

Prior SJ, Hagberg JM, Paton CM, Douglass LW, Brown MD, McLenithan JC, Roth SM. DNA sequence variation in the promoter region of the VEGF gene impacts VEGF gene expression and maximal oxygen consumption. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2006;290(5):H1848-55.

Puthuchery Z, Skipworth JRA, Rawal J, et al. Genetic influences in sport and physical performance. *Sports Med.* 2011,1; 41(10):845–859.

Reilly T, Cable NT. Physiological Responses To Laboratory-Based Soccerspecific Intermittent And Continuous Exercise. *Journal of Sports Sciences.* 2000;80:885-892.

Ribeiro IF, Miranda-Vilela AL, Klautau-Guimarães Mde N, Grisolia CK. The influence of erythropoietin (EPO T → G) and α -actinin-3 (ACTN3 R577X) polymorphisms on runners' responses to the dietary ingestion of antioxidant supplementation based on pequi oil (*Caryocar brasiliense* Camb.): a before-after study. *J Nutrigenet Nutrigenomics.* 2013;6(6):283-304.

Rieder MJ, Taylor SL, Clark AG, Nickerson DA. Sequence variation in the human angiotensin converting enzyme. *Nat Genet.* 1999;22:59-62.

Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American college of sports medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):709-31.

Saunders MJ, Moore RW, Kies AK, Luden ND, Pratt CA. Carbohydrate and protein hydrolysate coingestions improvement of late-exercise time-trial performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*.2009;19(2):136-149.

Saunders PU, Pyne DB, Telford RD, Hawley JA. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sport Med*. 2004;34:465–485.

Sawczuk M, Maciejewska-Karłowska A, Ciężczyk P, Leońska-Duniec A. Is gnb3 c825t polymorphism associated with elite status of polish athletes? *Biol Sport*. 2014;31(1):21-25.

Sawczuk M, Maciejewska-Karłowska A, Cieszczyk P, Skotarczak B, Ficek K. Association of the ADRB2 Gly16Arg and Glu27Gln polymorphisms with athlete status. *J Sports Sci*. 2013;31(14):1535-44.

Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American college of sports medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:377-390.

Scott C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *J Int Soc Sports Nutr*.2005;2:32-37.

September AV, Cook J, Handley CJ, van der Merwe L, Schwellnus MP, Collins M. Variants within the COL5A1 gene are associated with Achilles tendinopathy in two populations. Br J Sports Med. 2009;43(5):357-365.

Sercan C, Eken BF, Erel Ş, Ülgüt D, Kapıcı S, Ulucan K. Spor Genetiği Ve Ace Gen İlişkisi. İnönü Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2016;3(2):26-34.

Sevim Y. Antrenman Bilgisi. Ankara: Nobel Yayın;2002, p:111.

Silventoinen K, Magnusson PK, Tynelius P, Kaprio J, Rasmussen F. Heritability of body size and muscle strength in young adulthood: a study of one million Swedish men. Genet Epidemiol. 2008;32(4):341-34.

Sönmez TG. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Bolu: Ata Ofset;2002, p:1-30.

Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological And Metabolic Responses Of Repeated-Sprint Activity. Int. J. Sports Med. 2005;35(12): 1025-1044.

Stone MH, Stone M, Sands WA. Principles and Practice of Resistance Training. 4rd. ed. Champaign. America: Human Kinetics.2007;p:45-63.

Şakar Ş. Sporcularda Sağlıklı Beslenme. Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics 2010;3(2):42-52.

Tang JE, Manolagos JJ, Kujbida GW, Lysecki PJ, Moore DR, Phillips SM. Minimal whey protein with carbohydrate stimulates muscle protein synthesis following resistance exercise in trained young men. *Appl Physiol Nutr Metab.*2007; 32(6):1132-1138.

Tang JE, Perco JG, Moore DR, Wilkinson SB, Phillips SM. Resistance training alters the response of fed state mixed muscle protein synthesis in young men. *Am J Physiol-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2008;294:R172-178.

Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Send to J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3):501-528.

Valentine RJ, Sunders MJ, Todd MK, St Laurent TG, Influence of carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and indices of muscle disruption. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*2008;18(4), p:363-378.

Weibel ER, Hoppeler H. Exercise-induced maximal metabolic rate scales with muscle aerobic capacity. *The Journal of Experimental Biology* 2005,208, 1635-1644.

Weyerstraß J, Stewart K, Wesselius A, Zeegers M. Nine genetic polymorphisms associated with power athlete status – A Meta-Analysis. *J Sci Med Sport.* 2018;21(2):213-220.

Woods D. Angiotensin-converting enzyme, renin-angiotensin system and human performance (Review). *Med Sport Sci.* 2009;54:72-87.

Yang N, MacArthur DG, Gulbin JP, Hahn AG, Beggs AH , Eastal S, North K. ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *Am J Hum Genet.* 2003 Sep; 73(3):627–631.

Yıldız SA. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? *Solunum Dergisi.* 2012;14:1–8.

Yvert T, Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Miyachi M, Kawahara T, Fuku N. Lack of replication of associations between multiple genetic polymorphisms and endurance athlete status in Japanese population. *Physiol Rep.* 2016; 4(20): e13003.

Zhang B, Tanaka H, Shono N, Miura S, Kiyonaga A, Shindo M, et al. The I allele of the angiotensin-converting enzyme gene is associated with an increased percentage of slow-twitch type I fibers in human skeletal muscle. *Clin Genet.* 2003;63:139-144.

Zourdos Mc, Sanchez-Gonzalez Ma, Mahoney Se. A Brief Review: The Implications Of Iron Supplementation For Marathon Runners On Health And Performance. *J Strength Cond Res.* 2015;29(2):559-565.

EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı



Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	09.2018.159
	PROJE ADI	Genetik Profillerine Göre Değerlendirilen Erkek Maratoncuların Beslenme Programlarının Ve Genotip-Fenotip Korelasyonunun Performansa Etkisi
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI	Doç. Dr. Fatma Esra GÜNEŞ

KARAR BİLGİLERİ	Tarih 02.02.2018
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek projenin yenilenmesi gerekmektedir.

ÜYELER					
Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeligi	Onaylanan Proje ile İlişkisi	Toplantıya katılım	İmza
Prof.Dr. Haner DİRESKENELİ	Romatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/ Başkan	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Tülin ERGUN	Dermatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof. Dr. Şefik GÖRKEY	Tıp Tarihi ve Etik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Handan KAYA	Patoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. M.Bahadır GÜLLÜOĞLU	Genel Cerrahi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Atilla KARAALP	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Semra SARDAŞ	Eczacı	M.Ü Eczacılık Fak./Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof.Dr. Başak DOĞAN	Diş Hekimi	M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Prof. Dr. Beste Melek ATASOY	Radyasyon Onkolojisi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Doç. Dr. Elib KARAKOÇ AYDINER	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr. Meltem KORAY	Diş Hekimi	İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Doç. Dr. Gürkan SERT	Hukukçu	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr: Figen DEMİR	Halk Sağlığı	Acıbadem Üniv. Tıp Fak.	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Doç.Dr. Pınar Mega TİBER	Biyofizik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
Güzde Aynur MİRZA	Sağlık Mensubu olmayan kişi	Serbest	Var Yok	<input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır	

Ek 2. Kurum İzin Yazısı



12/11/2018

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ'NE**

Bölümünüzün “Genetik Profillerine Göre Değerlendirilen Erkek Maratoncuların Beslenme Programlarının ve Genotip-Fenotip Korelasyonunun Performansa Etkisi” konulu deneysel çalışma talebi tarafımızca değerlendirilmiştir.
Bilgilerinize arz ederim.

Premed Prenatal Tanı ve
Genetik Hastalıklar Araştırma ve
Uygulama Merkezi

Yrd. Doç. Dr. Yaman SAĞLAM

Ek 3. Anket Formu

Tarih: .../.../.....

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

“Genetik Profillerine Göre Değerlendirilen Erkek Maratoncuların Beslenme Programlarının ve Genotip-Fenotip Korelasyonunun Performansa Etkisi” adlı çalışmada, dayanıklılık performansı ile ilişkilendirilen varyantlar aracılığıyla erkek maratoncuların genetik profillerini değerlendirerek beslenme programları ile genotip-fenotip korelasyonunun maraton performansına etkisi tespit edilecektir.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır. Yani bu çalışmaya katılıp katılmamakta özgürsünüz. Kararınızı, araştırma ile ilgili bilgileri okuyup anladıktan sonra veriniz. Bu bilgileri okuduktan sonra kararınız olumlu ise formu imzalayınız.

Araştırmaya davet edilmenizin sebebi aşağıdaki özellikleri taşıyan kriterlere uygun olmanızdır.

- 18-45 yaşları arasında erkek maratoncu olma
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olma
- İletişim kurabilme
- Sürekli besin takviyesi kullanmıyor olma
- Diyetisyen tarafından onaylı programlı bir diyet programı uygulamıyor olma
- Kronik bir hastalığı olmama
- Çalışmaya katıldığı dönem içinde herhangi bir sakatlık geçirmeme
- Performans ölçümü sırasında performansı etkileyebilecek bir sağlık probleminin bulunmaması

Bu araştırmaya katılmayı kabul ederseniz size, sosyodemografik özelliklerinizi ve egzersiz programınıza ilişkin bilgileri içeren bir anket formu uygulanacak, genetik analizlerle tahmini genetik altyapınız belirlenecek ve diyetisyen onaylı maraton branşına özgü bir beslenme programı uygulanacaktır. Elde edilen bulgular çeşitli istatistiksel yöntemlerle analiz edilecektir. Çalışmanın gidişatını etkilememesi açısından genetik profiliniz ile ilgili sonuçlarınız çalışma bitiminde sizlerle paylaşılacaktır. Araştırma sonuçları, isminiz gizli kalmak koşulu ile bilimsel ortamlarda yayınlanabilecek, öğrenci eğitimlerinde kullanılabilir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyeceği gibi, çalışmaya katıldığınız için de size herhangi bir ücret ödenmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Çalışmaya katılmayı reddetmeniz bebeğinizin tıbbi bakımını ve doktoruyla olan ilişkinizi etkilemeyecektir. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

ONAY FORMU

Genetik Profillerine Göre Değerlendirilen Erkek Maratoncuların Beslenme Programlarının ve Genotip-Fenotip Korelasyonunun Performansa Etkisi

Katılımcının Beyanı

Fatma Esra GÜNEŞ tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımını sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

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

İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Fatma Esra Güneş’e, 0533 0361 7402 nolu telefon numarasından ve Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Başıbüyük Sağlık Kampüsü Maltepe/ Kartal / İstanbul adresinden ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllü olarak kabul ediyorum.

Üç nüsha halinde düzenlenen imzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı
Başoğlu

Katılımcı ile görüşen diyetisyen: İzel Aycan

Adı, soyadı:
66

Tel: 0506 876 26

Adres:

İmza:

Tel:

İmza:



Çalışmaya Katılacak Maratonculara Uygulanacak Anket Formu

Bu anket İzel Aycan Başoğlu tarafından yürütülen bir araştırma için hazırlanmıştır. Araştırma genetik profil ve beslenmenin performansa etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

GENEL BİLGİLER

KİŞİ NO:

1. Adı-Soyadı:

2. Yaş:

3. Medeni durumunuz nedir?

a) Evli b) Bekar

4. Öğrenim durumunuz nedir ?

a) Okur-yazar değil b) Okur-yazar c) İlkokul d) Ortaokul e) Lise
f) Üniversite g) Lisans üstü

5.

Boy	
Ağırlık	
BKİ	

6. Alkol kullanıyor musunuz?

a) Evet (evet ise ne kadar?)..... b) Hayır

7. Sigara kullanıyor musunuz?

a) Evet b) Hayır

SPOR BİLGİLERİ:

Bu bölümdeki sorular şu anda yapmakta olduğunuz spor aktiviteleri ile ilgilidir.

1. Spora başlama yaşıınız nedir ?.....

2. Kaç senedir düzenli olarak spor yapıyorsunuz ?.....

3. Maraton dışında düzenli olarak uğraştığınız herhangi bir spor dalı var mı? Varsa belirtiniz.

a) Evet (.....) b) Hayır

3. Şu anda haftada kaç gün düzenli antrenman yapıyorsunuz ?

a) 2 gün veya daha az b) 3 gün c) 4 gün d) 5 gün e) 6 gün f) 7gün

4. Su anda haftada yaptığınız antrenman sayısı (saat olarak)?

a) 4 saat veya daha az

b) 5-8 saat

c) 9-11 saat

d) 12-14 saat

e) 15 saat veya daha fazla

5. Su anda haftalık koşu mesafeniz nedir? (set-set-set)

5.10 km'yi kaç dakikada koşarsınız ?



Besin Tüketim Kaydı-1 Bu bölümde geriye dönük hatırlatma yöntemi ile son 24 saat içindeki besin tüketim kaydınız alınacaktır.

Öğünler	Besinler	Miktar / Ölçü birimi	İçerik
Sabah			
Kuşluk			
Öğle			
İkinci			
Akşam			
Gece			

Besin Tüketim Kaydı-2 Bu bölümde geriye dönük hatırlatma yöntemi ile son 24 saat içindeki besin tüketim kaydınız alınacaktır.

Öğünler	Besinler	Miktar / Ölçü birimi	İçerik
Sabah			
Kuşluk			
Öğle			
İkindi			
Akşam			
Gece			

Besin Tüketim Kaydı-3 Bu bölümde geriye dönük hatırlatma yöntemi ile son 24 saat içindeki besin tüketim kaydınızı alacaksınız.

Öğünler	Besinler	Miktar / Ölçü birimi	İçerik
Sabah			
Kuşluk			
Öğle			
İkinci			
Akşam			
Gece			

BESLENME ALIŞKANLIĞI ANKETİ

Anket No:

Katılımcının Adı-Soyadı:

1.Koşu öncesi uyguladığınız standart bir beslenme stratejiniz var mı?

Evet Hayır

Varsa bu menü (sınırlar dahil) nelerden oluşur?

3.Koşu sırasında herhangi bir yiyecek ya da içecek tükettirmisiniz?

Evet Hayır

Cevabınız evet ise nedir?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Muz | <input type="checkbox"/> Su |
| <input type="checkbox"/> Enerji Jeller | <input type="checkbox"/> Spor İçecekleri (örn. Getorade,powerade...) |
| <input type="checkbox"/> Şekerli Tatlılar (Şeker) | <input type="checkbox"/> Meyve Suyu / püresi |
| <input type="checkbox"/> Çikolata | |
| <input type="checkbox"/> Diğer..... | |

3.Koşu sırasında belirli bir hacimde sıvı içmeyi hedefliyor musunuz?

Evet Hayır

Evet ise, aşağıdaki miktarlardan birini seçiniz.

- 500ml
 500ml - 1L
 > 2L
 Diğer...

4.Koşu sonrası uyguladığınız herhangi bir toparlanma stratejiniz var mı? Beslenme ile ilgili veya değil?

Evet Hayır

Evet ise aşağıdaki seçeneklerden birini belirtiniz.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Buz banyosu | <input type="checkbox"/> Vişne suyu |
| <input type="checkbox"/> Sıcak duş | <input type="checkbox"/> Diğer..... |
| <input type="checkbox"/> Protein Shake | |

5.Koşu sonrası uyguladığınız standart bir beslenme stratejiniz var mı?

Evet Hayır

Varsa bu menü (sıvılar dahil) nelerden oluşur?

6.Mevsim/hava koşullarına göre yeme alışkanlıklarınızı değiştiriyor musunuz?

Evet Hayır

Cevabınız evetse hangi alışkanlığınızı, neden değiştirdiğinizi belirtiniz.

Yardımlarınız İçin Teşekkürler

ÖZGEÇMİŞ

Adı	İZEL AYCAN	Soyadı	BAŞOĞLU
Doğum Yeri	KARABÜK	Doğum Tarihi	01.07.1993
Uyruğu	T.C.	Tel	0506 876 26 66
E-mail	dyt.aycanbasoglu@hotmail.com		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans	ERCİYES ÜNİVERSİTESİ BESLENME VE DİYETİK	2015
Lise	75. YIL KARABÜK ANADOLU LİSESİ	2011

İş Deneyimi

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1	Araştırma Görevlisi	Marmara Üniversitesi	2016-halen
2			
3			

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İNGİLİZCE	İYİ	İYİ	ORTA

Yabancı Dil Sınav Notu #								
YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
68,75 (2015-GÜZ)								

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	83 (2015- GÜZ)		
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
SPSS	ÇOK İYİ

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendiriniz.

EK : Diğer Bilimsel faaliyetler (yayın, kongre bildirisi vs.)

Hakemli ulusal dergilerde Türkçe yayınlanmış maktele

Başıoğlu IA, Güneş FE. Sporcularda β -Alanin Takviyesinin Ergojenik Etkileri.Turkiye Klinikleri J Sports Sci 2018;10(1):44-50. doi: 10.5336/sportsci.2017-56389

İçen H, Fereli S, Başoğlu İA, Güneş FE.Akdeniz Diyetinin Kognitif Fonksiyonlar Üzerine Etkileri. Turkiye Klinikleri J Health Sci. Article in Press. doi: 10.5336/healthsci.2018-60552

Uluslararası kongre tam metin bildiri

İçen H, Fereli S, Başoğlu İA, Güneş FE. (2017). Akdeniz Diyetinin Kognitif Fonksiyon Bzouklukları Üzerine Etkileri. I. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi. Aydın, Türkiye.

Aktaç Ş , Ömeroğlu-Yel B, Oğuz E, Cebeci A, Başoğlu İA. (2017). Factors Affecting The Consumption Of Hospital Food In Pediatric Burn Patients. International Meeting on Education Research in Health Science. İstanbul, Türkiye.

Aktaç Ş , Başoğlu İA, Cebeci A, Oğuz E, Ömeroğlu-Yel B. (2017). Determination of Energy and Nutrient Intake Levels in Burned Children. International Meeting on Education Research in Health Science. İstanbul, Türkiye

İslamoğlu AH, Cebeci A, Başoğlu İA, Ülker A, Hürmüz B, Güneş FE. (2018). Üniversite Öğrencilerinin Kahvaltı Yapma Durumunun Okul Başarısına Etkisi. 1st International Health Science And Life Congress. Burdur, Türkiye.

Çelik ZM, Başoğlu İA, Yiğit A, Güneş FE, Çelik F, Dengiz RB. (2018). Hastanede Kalan Yaşlıların Yemek Hizmetinden Memnuniyetlerinin Ve Yemekleri Tüketim Durumlarının Değerlendirilmesi. 1st International Health Science And Life Congress. Burdur, Türkiye.

Diğer yayımlar

Aktaç Ş, Başoğlu İA, Oğuz E. Çocuk Yanık Hastalarında Beslenme Tedavisi. Beslenme ve Diyetetik - Güncel Konular 6. Hatiboğlu Yayınevi.2018.



BİLDİRİ

EFFECTS OF NUTRITION PROGRAM AND GENOTYPE-PHENOTYPE CORRELATION ON PERFORMANCE IN MALE MARATHON RUNNERS EVALUATED ACCORDING TO GENETIC PROFILES

İzel Aycan BAŞOĞLU¹, Fatma Esra GÜNEŞ², İbrahim Yaman SAĞLAM³,
Taylan BALCIOĞLU⁴

1 Marmara University, Institute of Health Sciences, Istanbul/TURKEY

2 Marmara University, Department of Nutrition and Dietetics,
Istanbul/TURKEY

3 Premed Genetic Diagnosis Center, Istanbul/TURKEY

4 Marmara University, Faculty of Sport Sciences, Istanbul/TURKEY

Aim: The purpose of the proposed project is to assess the genetic profile of marathoners through predictive polymorphisms associated with endurance performance, and to determine whether the role of nutrition and genetic in aerobic performance.

Material method: Volunteer 23 male recreational marathon runners (18-45 years) were included in the study. Runners were divided into two groups as “Endurance” and “Power/Strength” profile groups according to their genetic profiles predicted by genetic testing and the aerobic performance and nutritional status of the groups were compared. The aerobic performance of the runners was determined by the maximal oxygen consumption capacity (VO₂max), the DNAs were obtained from buccal swab samples and their nutritional status was determined by 3 days of food consumption records. The level of significance was accepted as $p < 0.05$.

Results: It was determined that the marathon runners paid attention to nutrition 60.9%, 82.6% and 91.3% respectively before, during and after running / training, and 60.9% of them aimed to get a certain volume of fluid during running / training. The median energy, protein, carbohydrate amount and percentage of fat from daily energy were

1791,8 (1244,9-2075,6) kcal; 93,6 (52,6-102,9) g; 142,3 (92,9-180,5) g ve 41,0% (35,-46,0) respectively. While none of the runners were able to reach the recommended daily energy and carbohydrate intake values, 16 (69.6%) of the runners had enough protein and all of the runners consumed fat more than the daily recommended intake. Although the daily energy, nutrient and fluid intake of the runners did not affect the aerobic performance (VO_2 max value) ($p > 0,05$), genetic scores affected aerobic performance by 31.5%. ($p = 0,000$).

Conclusion: It was determined that although food consumption of runners did not affect aerobic performance, genetics affected aerobic performance by about 1/3. It was thought that the effects of genetics and nutrition on aerobic performance should be evaluated in larger sample groups.

Key words: Endurance, Performance, Marathon, Genetic, Nutrition