

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK ZOOTEKNİ
DOKTORA PROGRAMI
DR-2025-0038

İNGİLİZ VE ARAP ATLARINDA IRK, CİNSİYET, YAŞ
VE YARIŞ TİPİNİN YARIŞ PERFORMANSI İLE KANDAKİ
MİYOSTATİN, İRİSİN VE ERİTROPOETİN DÜZEYLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ

ZAHİDE TOKAT

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Hüsnü Erbay BARDAKÇIOĞLU

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından VTF- 22003 proje numarası ile desteklenmiş; Zahide TOKAT, bu doktora tezini 100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri olarak tamamlamıştır.

AYDIN-2025

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Zootekni (Veteriner) Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde Zahide TOKAT tarafından hazırlanan “İngiliz ve Arap Atlarında Irk, Cinsiyet, Yaş ve Yarış Tipinin; Yarış Performansı ile Kandaki Miyostatin, İrisin ve Eritropoetin Düzeyleri Üzerine Etkisi” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 18/07/2025

Üye (T.D.) : Prof. Dr. Hüsnü Erbay BARDAKÇIOĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	İmza
Üye : Prof. Dr. Mehmet Kenan TÜRKYILMAZ	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye : Prof. Dr. Ahmet Gökhan ÖNOL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye : Prof. Dr. Halil GÜNEŞ	İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa	
Üye : Prof. Dr. Şükrü GÜRLER	Gümüşhane Üniversitesi	

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün tarih ve sayılı oturumunda alınan no'lu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AYPAK
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca emeğini esirmeyen ve gerek akademik gerekse kültürel anlamda ufkumu açan değerli danışman hocam Prof. Dr. H. Erbay BARDAKÇIOĞLU başta olmak üzere Anabilim Dalı bünyesinde görev yapmakta olan sayın hocalarım; Prof. Dr. H. Değer ORAL TOPLU, Prof. Dr. Ahmet NAZLIGÜL, Prof. Dr. M. Kenan TÜRKYILMAZ, Prof. Dr. Evrim DERELİ FİDAN, Doç. Dr. Mehmet KAYA ve Dr. Öğr. Üyesi Solmaz KARAARSLAN'a teşekkürlerimi sunuyorum. Tez izleme komitemde olup her zaman desteğini hissettiren Prof. Dr. Ahmet Gökhan ÖNOL'a, laboratuvar sürecinde desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Gamze Sevri EKREN AŞICI ve Dr. Vet. Hek. Bilgehan AKAR'a teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmamın gerçekleşmesi için imkânlarını esirgemeyen Türkiye Jokey Kulübü Yönetim Kurulu ve Genel Müdürlüğü'ne ve veri toplama sürecinde yardımcı olan tüm İzmir At Hastanesi personeline teşekkür ederim. Tez yazım sürecinde yardımlarını esirgemeyen sorumlu yöneticim Dr. Vet. Hek. Mustafa Oğuzhan ŞAHİN'e ve tüm Mahmudiye Pansiyon Hara personeline teşekkür ederim. Bunun yanında bu tez çalışmasına maddi kaynak sağlayan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Proje Birimine teşekkürlerimi iletirim.

Son olarak, bu zamana kadar aldığım tüm kararlarda beni destekleyen ve hâlâ desteklediğini hissettiğim biricik anneme, değerli babam ve canım ablama; tüm bu süreçte yanımda olup varlığı ile güç veren sevgili eşim Yüksel TOKAT'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ.....	x
TABLOLAR DİZİNİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Türkiye’deki At Varlığı ve At Yarışları.....	5
2.2. At Yarışlarında Kullanılan At Irkları.....	10
2.2.1. İngiliz Atı.....	10
2.2.2. Arap Atı.....	12
2.3. Yarış Performansı.....	13
2.3.1. Yarış Performansını Etkileyen Faktörler.....	14
2.3.1.1. Genotip.....	15
2.3.1.2. Yaş.....	17
2.3.1.3. Cinsiyet.....	17
2.3.1.4. Ana Yaşı.....	20
2.3.1.5. Yarış Mesafesi.....	23
2.3.1.6. Pist Tipi ve Hava Koşulları.....	24
2.4. Miyostatin.....	25
2.5. İrisin.....	28

2.6.	Eritropoetin.....	32
3.	GEREÇ ve YÖNTEM.....	35
3.1.	Gereç.....	35
3.1.1.	Hayvan Materyali.....	35
3.2.	Yöntem.....	36
3.2.1.	Örneklerin Alınması ve İşlenmesi.....	36
3.2.2.	Laboratuvar Analizlerinin Gerçekleştirilmesi.....	37
3.2.3.	Yarış Performansına İlişkin Verilerin İşlenmesi.....	37
3.2.4.	İstatistiksel Analizler.....	38
4.	BULGULAR.....	40
4.1.	Örneklem Özellikleri.....	40
4.2.	Yarış Performansı Değişkenine Ait Bulgular.....	42
4.2.1.	İngiliz ve Arap Atlarında Yarış Performansı Değişkenine Ait Bulgular	44
4.2.2.	Dişi ve Erkek Atlarda Yarış Performansı Değişkenine Ait Bulgular.....	47
4.3.	Miyostatin Değişkenine Ait Bulgular.....	51
4.3.1.	İngiliz ve Arap Atlarında Miyostatin Değişkenine Ait Bulgular.....	52
4.3.2.	Dişi ve Erkek Atlarda Miyostatin Değişkenine Ait Bulgular.....	55
4.4.	İrisin Değişkenine Ait Bulgular.....	58
4.4.1.	İngiliz ve Arap Atlarında İrisin Değişkenine Ait Bulgular.....	61
4.4.2.	Dişi ve Erkek Atlarda İrisin Değişkenine Ait Bulgular.....	63
4.5.	Eritropoetin Değişkenine Ait Bulgular.....	67
4.5.1.	İngiliz ve Arap Atlarında Eritropoetin Değişkenine Ait Bulgular.....	68
4.5.2.	Dişi ve Erkek Atlarda Eritropoetin Değişkenine Ait Bulgular.....	71
5.	TARTIŞMA.....	75
5.1.	Yarış Performansı.....	76
5.2.	Miyostatin.....	82

5.3.	İrisin.....	86
5.4.	Eritropoetin.....	90
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
7.	KAYNAKLAR.....	95
8.	EKLER.....	112
10.	ÖZGEÇMİŞ.....	114

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACE: Anjiyotensin dönüştürücü enzim

ANGPTL4: Anjiyopoietin benzeri 4

BAIBA: β -aminoizobütirik asit

BDNF: Beyin kaynaklı nörotrofik faktör

cm: Santimetre

DNA: Deoksiribonükleik asit

ELISA: Enzim bağlantılı immünosorbent deneyi (Enzyme-linked immunosorbent assay)

EPO: Eritropoetin

FGF21: Fibroblast büyüme faktörü 21

FNDC-5: Fibronektin tip III alan içeren protein

GDF-8: Büyüme farklılaşma faktörü 8

GH: Büyüme hormonu

h²: Kalıtım derecesi

HIF-1 α : Hipoksi-indüklenbilir faktör 1 α

HIIT: Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (High intensity interval training)

IGF-1: İnsülin benzeri büyüme faktörü 1

IL-10: İnterlökin 10

IL-6: İnterlökin 6

kDA: Kilodalton

kg: Kilogram

M.Ö.: Milattan önce

m/s: Metre/saniye

m: Metre

mIU/ml : Miliinternasyonal ünite/mililitre

mRNA: Mesajcı Ribonükleikasit

MSTN: Miyostatin

ng/ml: Nanogram/mililitre

NO: Nitrik oksit

r: Pearson korelasyon katsayısı

RNA: Ribonükleikasit

SH: Standart hata

t: Zaman

TİGEM: Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü

TJK: Türkiye Jokey Kulübü

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

v: Hız

VEGFA: Vasküler endotelyal büyüme faktörü

x: Mesafe

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Farklı egzersiz türlerinde iskelet kasından salınan miyokinler	26
Resim 2: İrisin ve yağ metabolizması (Leal ve diğerleri, 2018).....	29

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. 2014-2024 yılları arasında Türkiye’de bulunan atların yaş ve cinsiyete göre dağılımı (TÜİK, 2025).....	7
Tablo 2. Son 10 yılda Türkiye’de koşan at sayıları.....	8
Tablo 3. Çalışmada kullanılan atların cinsiyet ve ırka göre dağılımı.....	35
Tablo 4. Kan örneği alınan atların mevsimlere göre dağılımı.....	36
Tablo 5. Yarış performansı, miyostatin, irisin ve eritropoetin ortalama düzeyleri. (n=176).....	41
Tablo 6. Ana yaşı, atın yaşı, yarış performansı, miyostatin, irisin ve eritropoetin değerleri arasındaki ilişki (n=176).....	41
Tablo 7. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait genel ortalamalar (m/s).....	44
Tablo 8. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait ortalamalar (m/s).....	47
Tablo 9. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait ortalamalar (m/s).....	50
Tablo 10. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre miyostatin değişkenine ait genel ortalamalar (ng/ml).....	52
Tablo 11. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre miyostatin değişkenine ait ortalamalar (ng/ml).....	55
Tablo 12. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre miyostatin değişkenine ait ortalamalar (ng/ml).....	58
Tablo 13. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre irisin değişkenine ait genel ortalamalar (µg/ml).....	60
Tablo 14. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre irisin değişkenine ait ortalamalar (µg/ml).....	63
Tablo 15. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre irisin değişkenine ait ortalamalar (µg/ml).....	66
Tablo 16. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre eritropoetin değişkenine ait genel ortalamalar (mIU/ml).....	68

Tablo 17. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre eritropoetin değişkenine ait ortalamalar (mIU/ml).....71

Tablo 18. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre eritropoetin değişkenine ait ortalamalar (mIU/ml)..... 74

ÖZET

İNGİLİZ VE ARAP ATLARINDA IRK, CİNSİYET, YAŞ VE YARIŞ TİPİNİN YARIŞ PERFORMANSI İLE KANDAKİ MİYOSTATİN, İRİSİN VE ERİTROPOETİN DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tokat Z. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Zootekni, Doktora Tezi, Aydın, 2025.

Amaç: Bu çalışma, İngiliz ve Arap atlarında ırk, cinsiyet, yaş ve yarış tipi gibi bazı biyolojik ve çevresel faktörlerin; kandaki miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeyleri ile yarış performansı üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla yönelik olarak yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışma, Türkiye Jokey Kulübü İzmir Şirinyer Hipodromu'nda düzenlenen resmi yarışlara katılan 176 yarış atı (88 İngiliz Atı, 88 Arap Atı) üzerinde yürütülmüş ve atlardan yarış öncesi alınan kan örneklerinden elde edilen serumda miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeyleri ELISA yöntemi ile belirlenmiştir. Atların yarış performansına ilişkin veriler Türkiye Jokey Kulübü veri tabanından elde edilerek; pist tipi, pist uzunluğu, yarış yaşı, dereceye girme durumu ve mevsim faktörlerinin hız, miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeyleri üzerine etkileri genel doğrusal model yöntemi ile analiz edilmiştir.

Bulgular: Bu çalışmada elde edilen bulgular, İngiliz ve Arap atları arasında yarış performansı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu, ancak aynı ırk içerisindeki cinsiyet farklılıklarının performans üzerinde belirgin bir etki oluşturmadığını ortaya koymuştur. Pist tipinin hız faktörü üzerinde etkili olduğu; çim pistte koşan atların, kum pistte koşanlara göre daha yüksek hız değerlerine ulaştığı saptanmıştır. Miyostatin düzeyleri, dereceye giren atlarda anlamlı biçimde daha yüksek saptanmış ve bu miyokinin performansla ilişkili olabileceğine dair önemli ipuçları sunmuştur. Miyostatin ve irisin konsantrasyonlarının mevsimsel değişkenlik gösterdiği ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. İrisin düzeyleri de çevresel faktörlerden etkilenmiş; özellikle çim pistte koşan atlarda daha yüksek düzeyler gözlemlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Eritropoetin düzeyleri açısından gruplar arasında sayısal farklılıklar gözlemlense de bu farklar istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır. Ayrıca yarış yaşına bağlı olarak hız ve

irisin düzeylerinde anlamlı farklılıklar saptanmış; miyostatin düzeylerinde ise istatistiksel anlamlılık elde edilememekle birlikte dikkat çekici sayısal farklılıklar belirlenmiştir.

Sonuç: Bu çalışma, İngiliz ve Arap atlarında ırk, cinsiyet, yaş ve yarış tipi gibi biyolojik ve çevresel değişkenlerin yarış performansı ile kandaki miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeylerine etkisini inceleyen özgün bir araştırmadır. Elde edilen bulgular, yaşın hız ve bazı biyobelirteç düzeyleri üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğunu; miyostatin ve irisin düzeylerinin mevsim, pist tipi ve performans durumu gibi faktörlere duyarlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca miyostatin ve irisin arasında anlamlı pozitif bir ilişki bulunması, bu iki myokinin egzersiz fizyolojisindeki ortak regülasyonunu düşündürmektedir. Elde edilen sonuçlar, yarış atlarının fizyolojik durumlarının daha iyi anlaşılması ve performansın biyobelirteç temelli değerlendirilmesi açısından önemli katkılar sunmaktadır. Çalışma, bu alanda Türkiye’de yapılan ilk kapsamlı araştırmalardan biri olması nedeniyle literatüre özgün değer katmaktadır.

Anahtar Sözcükler: İngiliz Atı, Arap Atı, yarış performansı, hız, miyostatin, irisin, eritropoetin

ABSTRACT

Effects of Breed, Sex, Age and Racing Type on Racing Performance and Blood Myostatin, Irisin and Erythropoietin Levels in Thoroughbred and Arabian Horses

Tokat Z. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Health Sciences, Animal Science (Veterinary Medicine), PhD Thesis, Aydın, 2025.

Objective: This study was conducted to determine the effects of some biological and environmental factors such as breed, sex, age and race type on the blood myostatin, irisin and erythropoietin levels and racing performance in Thoroughbred and Arabian horses.

Materials and Methods: The study was conducted on 176 racehorses (88 Thoroughbred, 88 Arabian Horse) participating in official races organized by the Turkish Jockey Club at İzmir Şirinyer Racecourse, and myostatin, irisin and erythropoietin levels were determined in serum obtained from blood samples taken from the horses before the race using the ELISA method. Data on the racing performance of horses were obtained from the Turkish Jockey Club database; the effects of track type, track length, racing age, ranking status and seasonal factors on speed, myostatin, irisin and erythropoietin levels were analyzed using the general linear model method.

Results: The findings obtained in this study revealed that there was a statistically significant difference in terms of racing performance between Thoroughbred and Arabian horses, but that gender differences within the same breed did not have a significant effect on speed. It was determined that the type of track had an effect on the speed factor; horses running on grass tracks reached higher speed values than those running on sand tracks. Myostatin levels were significantly higher in the horses that won the championship, providing important clues that this myokine may be related to performance. It was determined that myostatin and irisin concentrations showed seasonal variation and that these differences were statistically significant. Irisin levels were also affected by environmental factors; higher levels were observed especially in horses running on turf tracks and this difference was found to be statistically significant. Although numerical differences were observed between the groups in terms of erythropoietin levels, these differences did not reach statistical significance. In

addition, significant differences were found in speed and irisin levels depending on the age of racing; although statistical significance could not be obtained in myostatin levels, remarkable numerical differences were determined.

Conclusion: This study is an original investigation that examines the effects of biological and environmental factors such as breed, sex, age, and race type on racing performance and circulating levels of myostatin, irisin, and erythropoietin in Thoroughbred and Arabian horses. The findings revealed that age has a significant impact on both speed and certain biomarker levels, while myostatin and irisin concentrations were found to be sensitive to factors such as season, track type, and performance status. Moreover, the significant positive correlation identified between myostatin and irisin suggests a possible shared regulatory mechanism of these two myokines in exercise physiology. The results provide valuable insights for understanding the physiological condition of racehorses and for the biomarker-based evaluation of performance. As one of the first comprehensive studies conducted in this field in Türkiye, the research offers a novel contribution to the existing literature.

Keywords: Thoroughbred Horse, Arabian Horse, racing performance, speed, myostatin, irisin, erythropoietin

1. GİRİŞ

Uygarlıkların varoluşundan bu yana, insan toplulukları ve hayvanlar zamanla artan bir etkileşim içine girmiş ve bu etkileşim her iki taraf için de değişik düzeylerde fayda sağlamıştır. İnsanoğlunun kendisi dışında aktif hareket edebilen tek canlı olarak hayvanları gözlemlemesi Paleolitik Dönem'e kadar uzanır, yaklaşık 30000 yıl önce *Cro-Magnon* insanının çizdiği mağara resimlerindeki görseller insan-at etkileşimine ait kanıtlardan biri olarak sayılabilir (Blades, 2006; Çakıcı, 2019).

At yüzyıllardır insanlığın yakınında bulunmuş, pek çok alanda ona yardımcı olmuş ve toplumların sosyal, siyasal ve ekonomik düzeninin şekillenmesinde önemli yer almıştır. At, tarımın yanı sıra haberleşme, ulaşım, çekim, binek ve yük taşıma gibi işlerde birincil araç olarak kullanılmıştır (Arpacık, 1999; Yarsan, 2019). Makineleşmenin artmasıyla birlikte atın bu alanlarda kullanımı her geçen gün önemini yitirmiştir (Yarsan, 2019). Son yıllarda at binicilik sporu ve at yarışları gibi sosyal faaliyetlerin yanı sıra hippoterapi alanında da kullanılmaya başlanmış ve ata gösterilen ilgi yeniden canlanmıştır (Küçük, 2017).

Çiftlik hayvanı yetiştiriciliğinde temel amaç ilgili hayvanların verim yönlerinden faydalanmaktır. Bu verim yönleri hayvan türlerine göre değişmekte olup; yarış atlarında elde edilmek istenen verim üstün yarış performansıdır, performans evresini sağlıklı bir şekilde tamamlayan yarış atının damızlık hayatı başlar ve burada da üstün verim özelliklerini aktarabildiği yavruları dünyaya getirmesi beklenir.

Atletik performans bir sporcunun bir görevi yerine getirme veya tamamlama yeteneğini ifade etmektedir. Bu ifade yarış atlarına uyarlanırsa; yarış performansı, atın belli uzunluktaki pisti en kısa sürede koşma yeteneği olarak tanımlanabilir (Kamerling, 1993). Yarış atlarının bu pistleri olabildiğince kısa sürede koşmak için farklı egzersiz programları uygulanmaktadır. Düzenli egzersiz bedende pek çok değişikliğe yol açtığı gibi bazı hormonların salınımında da tetikleyici olmaktadır. Egzersiz söz konusu olduğunda öncelikli organ iskelet kasıdır. Bedendeki en büyük organ olan iskelet kasının kasılarak sitokin üretmesinin keşfedilmesi sonucunda, metabolizma ve organ sistemlerini etkileyen hormon benzeri faktörler salgılayan bir organ olduğu düşünülmektedir. İskelet kası liflerinden salınarak otokrin, parakrin ve

endokrin etkilere sahip olan sitokinler ve diğ er peptidler miyokin olarak tanımlanmıştır (Arıkan ve Akın, 2019; Pedersen ve Febbraio, 2012). Kaynağı temel olarak iskelet kası olan bu miyokinler; yağ metabolizmasının düzenlenmesi, antiinflamatuvar etki, kas büyümesi ve onarımı, glukoz metabolizmasının düzenlenmesi, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi gibi çeşitli alanlarda görev alır. Miyostatin ve irisin bu miyokine örnek olarak gösterilebilir.

Bu  alışmada, İzmir Şirinyer Hipodromu'nda koşan İngiliz ve Arap atlarının yarış performansına ırk, cinsiyet, yaş, pist tipi ve uzunluğunun etkisini belirlemek ayrıca, düzenli egzersiz sonrası bedende salınımı değışerek; kas gelişimine, enerji metabolizmasının düzenlenmesine ve kandaki oksijen miktarının artmasına neden olan miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeylerini belirlemek amaçlanmaktadır.

Yarış atlarında ırk, yaş, cinsiyet, mevsim, pist uzunluğunun yanı sıra kas-iskelet sistemi ve dayanıklılığın da performans üzerinde önemli düzeyde etkili olacağı ve bu konuda dünya çapında yapılan araştırmaların az sayıda olması nedeniyle bu çalışmanın özgün değış taşıdığı ve yarış performansı konusunda yapılacak yeni çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

İnsanlık tarihi boyunca binek, yük taşıma, savaş ve avlanma gibi alanlarda toplumlara eşlik etmiş olan at (*Equus caballus*, Linnaeus, 1758); tek tırnaklılar takımı (*Perissodactyla*), atgiller (*Equidae*) familyasında bulunan otobur bir memeli türüdür (Arpacık, 1999; Bailey ve Brooks, 2012; Bennet ve Hoffmann, 1999). İlk at benzeri memeliler olan *Hyracotherium* cinsi, yaklaşık 55 milyon yıl önce Eosen döneminde ortaya çıkmıştır ve evrimin farklı aşamalarında *Mesohippus*, *Merychippus* ve *Pliohippus* gibi formlar aracılığıyla günümüz *Equus* cinsine evrilmiştir (MacFadden, 2005).

Atın taksonomisi:

Grup: Omurgalılar (*Vertebrata*)

Sınıf: Memeliler (*Mammalia*)

Alt Sınıf: Plasentalılar (*Placentalia*)

Takım: Tırnaklılar (*Ungulata*)

Alt Takım: Tek Tırnaklılar (*Perissodactyla*)

Familya: Atgiller (*Equidae*)

Cins: *Equus*

Tür: At (*Equus caballus*)

(Bailey ve Brooks, 2012).

Anatomik ve morfolojik yapı açısından atlar, koşmaya ve açık arazide uzun mesafeler kat etmeye uygun, özelleşmiş bir yapıya sahiptir. Uzun bacak kemikleri, tek tırnaklı ayak yapısı ve esnek tendon sistemleri bu adaptasyonun ürünüdür (Janis, 2008).

Zihinsel kapasiteleri ve sosyal yapıları da oldukça gelişmiştir. Atlar doğal yaşamda sürüler halinde yaşar, güçlü sosyal bağlar geliştirir ve hiyerarşik düzenlere sahiptir. Bu

özellikler evcilleşme sürecini kolaylaştırmış ve insan-at etkileşiminin temelini oluşturmuştur (Goodwin, 1999).

Atın evciltilmesi ile ilgili çok sayıda teori olmakla birlikte son yapılan kazılar ve araştırmalar değerlendirildiğinde evciltmenin M.Ö. 3500'de Botai kültürünün hâkim olduğu Batı Kazakistan'da gerçekleştiği işaret edilmektedir (Librado ve diğerleri, 2021; Outram ve diğerleri, 2009). Atın evciltilmesi ile ilgili farklı ipuçları da bize ışık tutmaktadır. Bunlardan ilki M.Ö. 3500'lü yıllara ait olduğu düşünülen seramik kırıklarında tespit edilen at sütü kalıntılarıdır ki kısırakların evciltildiğini ve sütünün sağıldığını göstermektedir. İkincisi de at kemik kalıntıları üzerinde saptanan geyik boynuzundan yapılan ilkel gem örneklerinin kullanılması sonucunda atın azı dişlerinde oluşan aşınma yüzeyleridir. (Taylor, 2025; Ünal, 2020). Ayrıca arkeolojik bulgular ışığında ortaya konan omurga üzerindeki eğrilikler ve travma izleri atların erken dönem binek hayvanı olarak kullanıldığını da kanıtlar niteliktedir (Taylor, 2025).

At eğitimi ile ilgili ilk metinler M.Ö. 14. yüzyıla ait olmakla birlikte 1906 ve 1907 yılında gerçekleştirilen kazılarda Boğazkale'de çivi yazılı tabletler olarak bulunmuştur. Bu metinlerin yazarı M.Ö. 14. Yüzyılda yaşamış, Mitanni Krallığı'na hizmet etmiş, bilinen en eski at eğitmeni olan Kikkuli'dir; savaş atlarının beslenme ve egzersizi için 214 gün süren bir programı yazmıştır (Ünal, 2020). Eğitim, atların fiziksel kapasitesini arttırmaya yönelik aşamalı bir süreçten oluşur. İlk aşamalar, atların temel dayanıklılıklarını artırmak için düşük hızda yürüyüş ve koşu içerirken, sonraki aşamalarda hız ve dayanıklılığı geliştiren daha zorlayıcı antrenmanlar yer alır. Bu tür bir aralıklı antrenman yöntemi, günümüzde modern spor antrenmanlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır ve Kikkuli'nin metinlerinde bu tekniklerin izlerine rastlanmaktadır (Drews, 2004).

Tarihte ilk evcilleştirilen hayvanlar köpek, domuz, koyun ve sığır olmuştur ve bu hayvanlardan koruma, et, süt, deri ve yün yönünde yararlanılmıştır, ancak hiçbirisi sosyal anlamda at kadar etkili olamamıştır. At, evciltilmesinin ardından toplumlara hareket yeteneği ve hız kazandırmıştır. İnsan yürüyerek aşamayacağı mesafeleri atlar sayesinde kolayca geçmiştir, bu sayede ellerinde bulunan ürünleri uzak mesafelere taşımış, karşılığında gidilen yerde bulunan ürün geri getirilmiştir (Ünal, 2020). Topluluklara kazandırdığı hareket yeteneği sayesinde çeşitli kültürlerin temasını sağlamış; medeniyetin gelişmesini ve yayılmasını kolaylaştırmıştır. At; evciltilmesinde ve takip eden süreçlerde insanlara diğer hayvanların kattığı değerlerden daha fazla yarar sağlamıştır. Hareketli ve güçlü yapısı sayesinde insanlara

pek çok ağır işte destek olmuştur. Binek amacıyla kullanılmasının ardından kültür hareketliliğinin artmasında ve haberleşme kolaylığında destek sağlamıştır. Bunun yanı sıra atın kontrolünü kolaylaştıran gem ve üzengi gibi araçların icat edilmesi sonucunda atlı birliklerin oluşturulması ile savaş aracı olarak kullanılmış ve onu kullanan topluluklara üstünlük sağlamıştır (Yarsan, 2019).

At; folklor, edebiyat metinleri, spor, oyun ve dinsel ritüellerde önemli yer edinmiştir (Yazar, 2011).

Zamanla atın kullanım alanı genişlemiş ve bu hayvana ulaşım, tarım, hizmet ve savaş aracı olma gibi görevlerin yanı sıra sanat ve gösteri görevleri de verilmiştir. At, verilen tüm bu görevleri asırlar boyunca başarıyla yerine getirmiştir. Gün geçtikçe; teknolojinin hızlı gelişimi, makinaların artan egemenliği ile ata duyulan ihtiyaç azalmış ve onun yerini daha etkili motorlar ve makinalar almıştır. Tüm bunlara rağmen at, yarış ve spor alanlarındaki önemini hiçbir zaman kaybetmemiştir (Altuntaş, 2000).

2.1. Türkiye’deki At Varlığı ve At Yarışları

Osmanlı Devleti ordu için önemli bir yere sahip olan dayanıklı ve güçlü atlar elde etmek amacıyla modern anlamda at yetiştiriciliği için temel sayılabilecek Hayvanat Ocakları’nı kurmuştur. Osmanlı Devleti’nin gerilemeye başlaması ile at yetiştiriciliği de gerilemeye başlamış, elde bulunan atların savaşlarda kaybedilmesiyle birlikte tümüyle sekteye uğramıştır (Arpacık, 1999; Yazar, 2011). Bunun üzerine ordunun ihtiyaç duyduğu atların yetiştirilmesi için hassa arazileri üzerine askeri çiftlikler kurulmaya başlanmıştır, Çifteler Harası bu çiftliklere verilebilecek örneklerin başında gelmektedir (Gedik ve Kolay, 2023).

Cumhuriyet Dönemi ile birlikte at yetiştiriciliğine yeniden gereken önem verilmeye başlanmış ve elde bulunan at ırklarının oluşturduğu at varlığının sayıca arttırılması ve bu ırkların ıslahının gerçekleştirilmesi için çalışmalara başlanmıştır. Bunun gerçekleştirilmesi amacıyla da haraların sayıları arttırılmış ve elde bulunan damızlıkların sayısında düzenlemeye gidilmiştir (Arpacık, 1999).

Türkiye’de atların verim yönleri ve halkın ihtiyacını düşünerek pek çok farklı ırktan atın ithalatı gerçekleştirilmiş ve yetiştiriciliği denenmiştir. Ancak halk tarafından Nonius, Percheron ve Ardene gibi atlar kullanılarak elde edilen melezler tercih edilmemiş ve bu nedenle bu ırkların

kullanımından vazgeçilmiştir. Takip eden süreçte 1961 yılında Haflinger atı ithalatı gerçekleştirilmiş bu ırk kullanılarak çeşitli melezler elde edilmiştir. Gerek safkan Haflingerler gerekse melezleri ülke şartlarına ve coğrafyasına iyi uyum sağlamış ve halk tarafından tercih edilen bir at haline gelmiştir (Arpacık, 1999).

Türkiye’de at yetiştiriciliği büyük öneme sahip olmuş bir alandır. Günümüzde at yetiştiriciliği eğlence, binicilik, terapi amacıyla gerçekleştirilmeye devam etmektedir. Tüm bunların yanı sıra at yarışları da at yetiştiriciliğinin ve üstün yarış performansına sahip atların ıslahı noktasında önemli bir aktivitedir (Arpacık, 1999; Küçük, 2017). Düz koşu yarışlarında üstün yarış performansı sergileyen uygun atlar yarış hayatlarının bitmesinin ardından damızlık hayatına başlamakta ve üstün verim özelliklerini yavrularına aktarmaktadır, elde edilen taylar arasından yapılan seleksiyon çalışmaları ile başarılı yarış atları sahaya inmekte ve yarış atı ıslahı gerçekleştirilmektedir.

Türkiye’de resmi at yarışları İstanbul, Adana, Ankara, Bursa, Diyarbakır, Elazığ, İzmir, Kocaeli, Şanlıurfa ve Antalya şehirlerindeki hipodromlarda sezonluk ve yıllık olacak şekilde düzenlenmektedir (TJK, 2025).

Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) 2024 yılı verilerine göre Türkiye’de 70360 baş at bulunmaktadır. Bunların 18231 başı üç yaşından küçük taylar iken 52129 başı de üç yaşından büyük dişi ve erkek atlardır. 2004 yılında Türkiye’de bulunan at sayısı 212414 iken 2023 yılındaki at sayısı 66431’dir. Toplam at sayısındaki bu azalma kırsal yaşamın azalması ve tarımda kullanılan atların elden çıkarılması sonucunda şekillenmiştir. Günümüzde Türkiye’de yetiştirilen atların büyük çoğunluğu yarış atı olmakla birlikte spor, hobi ve sağlık amacıyla yetiştirilmektedir. Son 11 yıla ait at sayıları Tablo 1’de verilmiştir (TÜİK, 2025).

Tablo 1. 2014-2024 yılları arasında Türkiye’de bulunan atların yaş ve cinsiyete göre dağılımı (TÜİK, 2025).

Yıl	3 Yaşından Küçük Dişi/ Erkek (Tay)	3 ve Daha Yukarı Yaşta (Kısarak)	3 ve Daha Yukarı Yaşta (Kastre ve At)	3 ve Daha Yukarı Yaşta Damızlık (Aygır)	Toplam
2014	28788	52859	33904	15929	131480
2015	27162	48074	32732	14736	122704
2016	27072	46945	31927	14096	120040
2017	25939	44262	30304	13542	114047
2018	25378	41748	28444	12506	108076
2019	24659	40422	25756	11630	102467
2020	22328	34479	22429	10771	90007
2021	20178	32436	20759	10345	83718
2022	17756	28662	18798	9143	74359
2023	15593	27174	14242	9422	66431
2024	18231	27950	14325	9854	70360

Türkiye Jokey Kulübü tarafından 2024 yılında düzenlenen yarışlarda toplam 6770 baş at koşmuş olup, bu atlardan 3808’i (%56) İngiliz atı iken 2962’si (%44) Arap atıdır. 2024 yılında start alan İngiliz atlarından 1242’si 2 yaşlı, 1488’i 3 yaşlı ve 1078’i 4 yaşın üzerindeki atlardır. 2024 yılında start alan Arap atlarından 1253’ü 3 yaşlı, 951’i 4 yaşlı ve 758’i 5 yaşın üzerindeki atlardır. Son 12 yıla ait koşan at sayıları ve bu atların ırkları Tablo 2’de sunulmuştur (TJK, 2025).

Tablo 2. Son 10 yılda Türkiye’de koşan at sayıları.

Yıl	İngiliz	Arap	Toplam
2015	3313	2668	5981
2016	3351	2649	6000
2017	3403	2644	6047
2018	3478	2690	6168
2019	3441	2793	6234
2020	3532	2834	6366
2021	3734	3085	6819
2022	3789	3130	6919
2023	3829	3062	6891
2024	3808	2962	6770

Son yıllarda Türkiye’de hem İngiliz atı hem de Arap atı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu bağlamda Türkiye Jokey Kulübü ve Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) ıslah çalışmalarında kullanılmak ve üstün verim özelliklerinin yeni nesillere aktarılmasını sağlamak adına bünyesinde safkan aygırlar bulundurmaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye Jokey Kulübü’ne ait, biri merkez aşım istasyonu, ikisi pansiyon hara olmak üzere toplam yedi adet aşım istasyonunda hem İngiliz atı hem de Arap atı yetiştiriciliğine hizmet verilmektedir.

İrk özelliklerinin korunması ve safkan Arap atına ait kan hattının güvence altına alınması adına Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü’nün; Karacabey, Anadolu ve Sultansuyu Tarım İşletmeleri’nde elde bulunan damızlık aygır ve kısraklar kullanılarak yetiştiricilik faaliyetleri sürdürülmekte ve elde edilen taylar açık artırma usulüne uyularak yetiştiriciye sunulmaktadır.

İngiliz atı yetiştiriciliğinde ise Türkiye Jokey Kulübü tarafından ırk özelliklerini taşıyan ve başarısını kanıtlamış safkan aygırların ithalatı sağlanarak aşım sezonu içerisinde yetiştiricilerin hizmetine sunulmaktadır.

At yarışları, atların ve insanların aynı amaç doğrultusunda bir araya geldiği çok geniş coğrafyalara yayılan, sağlam temelleri olan köklü ve sosyal bir etkinliktir. Atların binicileri ile birlikte yarış için belirlenen mesafeyi en kısa sürede bitirme çabasını ifade eder. At yarışlarının

temel amacı; daha dayanıklı ve hızlı olan atı tespit etmektir. Gerçekleştirildiği ilk yıllarda ise bazı zamanlarda spor ve savaş antrenmanı iken bazı zamanlarda ise eğlencedir. Günümüzde ise bu eğlence ile birlikte gelen sosyal bir faaliyettir.

Biniciliğin yaygınlaşması ile boş arazilerde başlayan bu spor; Antik Yunan ve Roma kentleri geliştikçe hipodromlarda gerçekleştirilmeye başlamıştır. Aradan geçen zaman ile birlikte bu spor tüm dünyaya yayılmış ve günümüz evrensel yarışçılık kültürü ortaya çıkmıştır (Torun, 2021).

Türkiye’de gerçek anlamda ilk düzenli yarışlar 23 Eylül 1856 tarihinde İzmir’de gerçekleştirilmiştir. O dönemin ileri gelenlerinden Evliyazade Refik Bey ve dönemin İngiltere başkonsolosu Mr. Patterson’ın öncülüğünde Smyrna Race Club kurulmuştur. Bu kulüp sayesinde uzun yıllar yarışlar gerçekleştirilmeye devam etmiştir. Birinci Dünya Savaşı ile birlikte Smyrna Race Club yarışları sona erince düzenli yarışların İstanbul’da gerçekleştirilmesi fikri gündeme gelmiş, Enver Paşa’nın da desteklemesi sonucu Sipahi Ocağı Binicilik Kulübü ve 1913 yılında Islah-ı Nesl-i Feres Cemiyeti (At Soyunu İyileştirme Derneği) kurulmuştur ve bu dönemde Veliefendi yarış bölgesi olarak seçilmiştir. Yarışçılığın uzman kuruluşlarca yürütülmesi yönündeki ilk önemli yasal adım 8 Ekim 1923 tarihinde atılmıştır. Ziraat Encümeninin önerileri doğrultusunda 1925 yılında, son iki yıllık süreçteki kanun tasarıları birleştirilmiş ve 40 maddeden oluşan “İslahı Hayvanat Kanunu” ortaya çıkmıştır. Jokey Kulüp 23 Ekim 1950 tarihinde kurulmuş ve Bakanlar Kurulunun 1953 yılında aldığı kararla kamu yararına hizmet veren dernek olarak kabul edilmiş, adının başına Türkiye kelimesi eklenerek Türkiye Jokey Kulübü adını almıştır. 10 Temmuz 1953 tarihinde kabul edilen 6132 sayılı “At Yarışları Hakkında Kanun”un 5. maddesi’ne dayandırılarak Türkiye Jokey Kulübü ile Tarım Vekâleti arasında sözleşme yapılmıştır. Türkiye Jokey Kulübü 3 Ekim 1953 tarihinden beri 6132 sayılı kanun 5. Maddesine uygun olarak Tarım ve Orman Bakanlığı’ndan aldığı yetkiyle at yarışlarını düzenlemektedir (TJK, 2025). Türkiye’de profesyonel olarak sadece safkan Arap ve safkan İngiliz atları için koşular düzenlenmektedir. Safkan İngiliz ve Arap atlarının pedigrî kayıtları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tutulmaktadır. Bu iki ırka ait atlar bir arada koşmamakta, atlar kendi ırklarındaki hatta kendi yaş grubunda bulunan diğer atlarla birlikte belirlenen yarış tipine göre koşabilmektedir. İngiliz atlarının yarış hayatı 2 yaşında başlarken Arap atlarının yarış hayatı 3 yaşında başlamaktadır. Türkiye’de düz koşu yarışları 800 ile 2800 metre arasındaki uzunluklarda gerçekleştirilmektedir. 1600 metrenin altındaki uzunluklarda gerçekleştirilen yarışlar kısa mesafe olarak adlandırılırken, bu mesafe ile 2200 metre arası

yarışlar orta mesafe yarışları olarak adlandırılmakta, 2200 metreden daha uzun mesafelerde gerçekleştirilen yarışlar ise uzun mesafe yarışları olarak adlandırılmaktadır (TJK, 2025).

20 Aralık 2018 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan kararlar doğrultusunda atlara verilen ikramiyenin %10-25’i arasında, atın yetiştiricisine yetiştiricilik primi verilir (Resmigazete, 2025).

Yetiştiricilik primi; yarış birincilikle kazanarak ya da dereceye girerek ikramiye almaya hak kazanan atın anası olan kısrağın sahibine odenen bir primdir. Yapılan bu ödeme at yetiştiriciliğini ozendirmek, başarılı bir yarış atı elde edilmesine katkı sağlayan yetiştiricinin faaliyetlerinin devamlılığının sağlanması anlamında onemlidir.

At yetiştiriciliği, farklı donemlerde farklı amaçlara hizmet etmiş olsa da özellikle üstün performans gösteren bireylerin üretimi için fenotipik ve genotipik özelliklere dayalı seçici ışlah uygulamaları yaygın şekilde benimsenmiştir. Bu bağlamda, Arap atı ve İngiliz atı hem genetik mirasları hem de performans odaklı ışlah süreçleri açısından ne çıkan iki safkan at popülasyonudur.

2.2. At Yarışlarında Kullanılan At Irkları

2.2.1. İngiliz Atı

İngiliz atı; yarış yeteneği mükemmel denecek düzeyde olan ve hız yarışlarında yaygın olarak kullanılan sıcakkanlı at ırklarının başında gelmektedir ve dünya çapında at yarışlarının ve spor atı yetiştiriciliğinin sembolü haline gelmiş olup, pek çok ülkede yaygın olarak yetiştirilmektedir (Arpacık, 1999). Türkiye’de “Safkan İngiliz” olarak bilinmesinin yanında İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri’nde “Safkan” (*Thoroughbred*) olarak bilinmektedir (Arpacık, 1999; Yoon ve diğerleri, 2018). Zarif ve atletik yapısıyla tanınan bu atlar, uzun bacaklı, ince kemikli ancak son derece dayanıklı bir vücut yapısına sahiptir. Cidago yükseklikleri genellikle 155-170 cm. arasında değişirken, vücut ağırlıkları ortalama 450-550 kg’dır (Kawareti ve diğerleri, 2017).

Baş bölgesi genellikle düz profilli zarif ve orantılıdır. Boyun uzun ve kıvrımlı olup göğse düzgün bir şekilde bağlanır; bu yapı hava akışını ve solunumu optimize eder. Göğüs derin, sırt

kısa ve güçlüdür. Bel bölgesi iyi kaslanmış, sağrı bölgesi ise eğimli ve kaslıdır; bu yapı özellikle sprint (belirli bir mesafeyi en yüksek hız ve eforla koşmaya verilen isim) ve galop (dörtal) sırasında etkili bir itiş gücü sağlar (Hinchcliff ve diğerleri, 2013). Uzun ve düzgün konumlanmış bacaklar, kuvvetli tendon ve bağ yapısı ile birlikte hızlı koşuya elverişlidir (McGreevy ve Rogers, 2005).

Bu ırkın kökeni, 17. ve 18. yüzyıllarda İngiltere’de yapılan sistematik yetiştirme çalışmalarına dayanır. Tarihi bilgiler, İngiliz atının elde edilğinde Arap, Türkmen ve Berberi atları gibi Doğu atlarının önemli rol oynadığını göstermektedir. Bu ırk kombinasyon melezlemesi yöntemi ve yarış yeteneği ile hız yönünden sıkı bir seleksiyon uygulanarak elde edilmiştir. Bu süreç hem genetik düzeyde önemli varyasyonlar oluşturmuş hem de fizyolojik adaptasyon mekanizmalarını şekillendirmiştir. At genomu üzerinde yapılan geniş çaplı analizler, selektif yetiştiriciliğin İngiliz atlarında genetik çeşitliliği azalttığını ancak performansla ilgili bazı adaptif genetik varyasyonların geliştiğini göstermektedir (Tood ve diğerleri, 2018).

Bu ırkın oluşmasında rol oynayan aygırlardan üç tanesi Darley Arabian, Godolphin Arabian ve Byerley Türk’tür, bu üç aygır ve 42 kısıraktan oluşan üç ana kan hattı İngiliz atının kaynağıdır (Arpacık, 1999; Cunningham ve diğerleri, 2001; Yarsan, 2019). Üç yüz yıllık süreçte, kısa mesafe hız, dayanıklılık ve orta mesafe koşulara uygun farklı fizyolojik tiplere sahip bireylerin üretimi hedeflenmiştir (Hill ve diğerleri, 2010).

Modern genetik analizler, İngiliz atlarının Arap atı popülasyonlarından farklı bir genomik kimliğe sahip olduğunu doğrulamaktadır (Wallner ve diğerleri, 2017). Bununla birlikte, Arap ve İngiliz atlarının evrimsel bağlamda belirli dönemlerde genetik geçişlerle etkileşim içerisinde oldukları da bilinmektedir (Bower ve diğerleri, 2012; Hill ve diğerleri, 2010). Genetik analizler İngiliz atlarının büyük çoğunluğunun yukarıda bahsedilen üç aygırdan geldiğini göstermektedir. Özellikle Darley Arabian’ın, günümüz yarış atlarının %95’inden fazlasının erkek soy hattında yer aldığını göstermektedir (Hill ve diğerleri, 2002).

İngiliz atlarının antrenman programlarına verdikleri fizyolojik yanıtlar, özellikle kas ve kardiyovasküler sistemde belirgin adaptasyonlarla kendini gösterir. Mukai ve diğerleri (2023) tarafından yapılan bir araştırmada düzenli yarış antrenmanlarının İngiliz atlarının kas yapısında mitokondriyal biyogenez ve kapillarizasyonu artırdığı gözlenmiştir.

Ek olarak ısıya uyum sağlama antrenmanları, İngiliz atlarının sıcak ve nemli çevre koşullarında performanslarını iyileştirmektedir. Ebisuda ve diğerleri (2024) tarafından yapılan

bir çalışmada, aklimatizasyonun kalp debisini artırdığı, kalp atım hacmini yükselttiği ve ısı şok proteinlerinin salınımını artırarak hücrel stres yanıtını güçlendirdiği gösterilmiştir.

Sonuç olarak İngiliz atı, yalnızca İngiltere'nin değil Arap Yarımadası, Anadolu ve Kuzey Afrika'nın değerli atlarının mirasçısıdır. Bu çok katmanlı genetik ve tarihsel yapı, İngiliz atının hem biyolojik dayanıklılığını hem de kültürel değerini artırmıştır. Günümüzde bu atlar yalnızca yarış pistlerinde değil, aynı zamanda küresel ölçekte yürütülen at ıslah projelerinde de temel genetik kaynak olarak değerlendirilmektedir.

2.2.2. Arap Atı

Arap atı, tarihsel olarak bilinen en eski at ırklarından biri olarak kabul edilmekte ve hem zarafeti hem dayanıklılığı ile tarihin en seçkin at ırklarından bir olarak görülmektedir (Ropka-Molik ve diğerleri, 2019).

Sıcakkanlı at ırklarından biri olan Arap atının yetiştirildiği bölge Irak, Suriye ve Arabistan'dır. Arap atı, dünyada bilinen en eski saf ırk olup varlığına ilişkin en eski izler M.Ö. 2500'lü yıllara kadar gitmektedir (Kelekna, 2009). İngiliz ve Quarter Atı gibi popüler ırklara köken teşkil etmiştir (Yarsan, 2019).

Genetik araştırmalar, Arap atının soyunun binlerce yıldır dikkatle korunduğunu göstermektedir. Özellikle mitokondriyal DNA dizilimleri üzerine yapılan çalışmalar, Arap atlarının hem ana soyu bakımından yüksek genetik saflığa sahip olduğunu hem de tarihsel seleksiyon süreçlerinden geçtiğini ortaya koymaktadır (Khanshour ve Cothran, 2013). Mitokondriyal DNA kullanılarak yapılan çalışmalar, Arap atlarının Ortadoğu'dan geldiğini ve Orta Doğu, Avrupa ve Kuzey Amerika'daki mevcut popülasyonların çok sayıda benzer haplogrup ve nispeten düşük maternal genetik çeşitlilik gösterdiğini doğrulamıştır (Ropka-Molik ve diğerleri, 2019).

Dünyanın en eski at ırklarından biri olan Arap atı, doğal ve zarif görüntüsü, atletik dayanıklılığı ve kurak Orta Doğu'da yetiştirilmesinin bir sonucu olarak sıcak ve kuru ortamda gelişebilme yeteneği ile öne çıkmaktadır (Cosgrove ve diğerleri, 2020).

Arap atlarının morfolojik yapıları, uzun mesafe yarışlarında avantaj sağlamaktadır. Genellikle cidago yüksekliği 145-155 cm arasında olan bu atlar, kısa sırt yapıları, güçlü bel

kasları ve kuyruk tutma hareketleri ile tanınırlar (Luck ve diğerleri, 2015). Modern Arap atı iç bükey yüz profili, geniş aralıklı gözler, kemerli boyun ve yüksek kuyruk duruşu gibi morfolojik özelliklere sahiptir (Alhaddad ve diğerleri, 2024; Cosgrove ve diğerleri, 2020). Arap atlarının yüz özellikleri bu ırkın karakteristik özellikleri haline gelmiştir ve güzellik yarışmalarında baş uzunluğu, çene yapısı, göz ve genel yüz profili gibi bölümler değerlendirmeye alınmaktadır (Alhaddad ve diğerleri, 2024). Kompakt vücut yapıları sayesinde enerji verimliliği artar ve kas-iskelet sistemleri dayanıklılık yarışlarında uzun süreli yük taşımaya olanak sağlar (Bou ve diğerleri, 2023). Alhaddad ve diğerlerinin (2024) yapmış olduğu çalışmada Arap atlarına ait yüz şekilleri incelenmiş ve içbükey yüz profiline sahip olan atların gerçekleştirilen yoğun seleksiyon sonucu bu spesifik görünümü kazandığı düşüncesi ortaya atılmıştır. Daha düz yüz profiline sahip olan Arap atlarının genetik olarak daha heterojen yapıda olduğu ve muhtemelen yüz şeklinden ziyade dayanıklılık ya da yarış yönünde seleksiyona uğradığını ortaya konulmuştur.

Fizyolojik açıdan Arap atları, yüksek aerobik kapasiteye sahiptir. Kas dokularında Tip 1 (yavaş kasılan) lif oranı yüksektir, bu da aerobik metabolizmanın etkinliğini ve enerji tasarrufunu destekler (Mycka ve diğerleri, 2023). Aynı zamanda Arap atlarının gelişmiş ter bezleri sıcaklık regülasyonunda büyük rol oynamakta, böylece sıcak ortamlarda egzersiz sonrası vücut ısını etkin şekilde düşürebilmektedir (Ropka-Molik ve diğerleri, 2019).

2.3. Yarış Performansı

Atletik performans, sporcuların fiziksel ve zihinsel kapasitelerini maksimum düzeyde kullanarak hedeflerine ulaşmalarını ifade eder. Performans genellikle bir görevi tamamlamak için gereken zaman veya beceri açısından ölçülür. Bir atın performansı genellikle rakiplerine göre değerlendirilir. Bir yarış veya dayanıklılık yarışmasını en kısa sürede bitiren sporcu en iyi performans sergileyen yarışmacı olarak kabul edilir (Kamerling, 1993).

Yarış atlarının koşu sırasındaki hızı “yarış performansı” olarak adlandırılmaktadır. İngiliz ve Arap atlarında performans; değişik pist tiplerinde (çim pist ve kum pist) ve 800 ile 3000 metre arasında değişen pist uzunluklarında atların elde ettiği bitirme sürelerinin ölçülmesi ile belirlenmektedir (Ünal ve Paksoy, 2010). Koşan atların ilgili yarış bitirme sürelerinin yanı sıra toplam kazançları da bir performans parametresi olarak değerlendirilebilmektedir. Bu

noktada dikkat edilmesi gereken durum değerlendirilen koşu sayısıdır. Eğer tek bir koşu üzerinden değerlendirme yapılacaksa bitirme süresini, birden fazla sayıda koşu için değerlendirme yapılacaksa atın toplam kazancını dikkate almak daha mantıklı olacaktır.

Atın koşuya başlamasından bitiş çizgisine ulaştığı ana kadar geçen süre “yarışı bitirme süresi” olarak adlandırılır ve bitirme süresi hızın tek doğrudan ölçütüdür ve atların yarış performansını değerlendirmek için kullanılabilecek nicel bir parametredir (Ekiz ve diğerleri, 2005).

Yarışlarda pist uzunluğu bilindiği ve atların yarış bitirme süreleri belirleneceği için;

$X = V \times t$ formülü kullanılarak atın hızı m/s cinsinden hesaplanabilmektedir. Atların yarış performansı genel olarak belli bir mesafe için yarış süresi veya bitiş sırası; belli bir süre boyunca toplam kazanç ve handicap ağırlıkları ile ölçülür. Ayrıca her yarışta yarış süresi hızın tek doğrudan ölçüsüdür ve atların genetik yarış performansını değerlendirmek için kullanılabilecek en uygun ölçüdür (Ekiz ve Koçak, 2007; Moritsu ve diğerleri, 1994; Takahashi, 2015).

2.3.1. Yarış Performansını Etkileyen Faktörler

Atlar, yüksek performans gerektiren spor dallarında ve yarışlarda yoğun şekilde kullanılan atletik hayvanlardır ve yarış performansları çok sayıda faktörden etkilenmektedir.

Kantitatif bir karakter olan yarış performansı genetik ve çevresel faktörlerin etkisi ile şekillenmekte ve sürekli varyasyon göstermektedir. Tüm kantitatif özelliklerde olduğu gibi yarış performansı da her biri nispeten küçük etkilere sahip çok sayıda genin etkisi altındadır ve çevresel etkilere karşı daha duyarlıdır. Bu nedenle atlar bu özellik bakımından kesin sınırlarla ayrılan gruplar meydana getiremezler (Aritürk ve Yalçın, 1966).

Safkan yarış atlarının başarısı çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Yarış atları çoğunlukla konformasyon ve pedigrilerine bakılarak seçilmektedir. Genetik yapı, konformasyon, akciğer kapasitesi ve büyüme potansiyeli gibi fiziksel özellikleri ve kazanma isteği gibi mental özellikleri atın yarış yeteneğine katkıda bulunur. Beslenme ve egzersiz gibi çevresel faktörler de başarıda etkilidir ancak belirlenmesi zordur (Brown-Douglas ve diğerleri, 2006). Çeşitli at ırklarının yarış sürelerini etkileyen çevresel faktörlerin yaş, cinsiyet, atın

kökeni ve pist türü olduğu belirtilmiştir. (Ekiz ve diğerleri, 2005; Mota ve diğerleri, 1998; Oki ve diğerleri, 1994)

Atletik performans üzerinde etkili olan fizyolojik, psikolojik ve sosyokültürel etmenler uzun yıllardır spor bilimcilerin odak noktası olmuştur. Genetik biliminin gelişmesiyle birlikte atletik performans ve gen polimorfizmi arasındaki ilişkilere yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Bulğay ve diğerleri, 2021).

Her atletin kendine has özelliklerinin olması gibi her atın da atletik performansını etkileyen çok sayıda faktör vardır. Bu faktörler; genetik, mizaç, fiziksel yapı, yaş, cinsiyet, ana yaşı, bakım besleme, antrenman, yarış mesafesi, pist tipi, hava koşulları, binici deneyimi, handikap, hastalıklar ve kullanılan bazı ilaçlar olarak sıralanabilir (Aslan, 2017; Köseman ve Şeker, 2018).

Yarış performansını şekillendiren genetik faktörlerin ortaya konması, etkili ıslah programlarının oluşturulması açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak bu sürecin önündeki en büyük engellerden biri, performansa ilişkin ölçütlerin biyolojik temellere dayalı, tutarlı ve ölçülebilir biçimde tanımlanmasındaki güçlüklerdir.

Bu çalışmada değerlendirmeye alınıp parametre olarak kullanılacak olan yarış performansını etkileyen faktörler aşağıda detaylı olarak incelenecektir.

2.3.1.1. Genotip

Her ne kadar çevresel ve idari faktörler performansı etkileyen önemli etmenler olsa da yarış performansının kalıtsal olduğu genel kabul görmektedir (Bower ve diğerleri, 2012; Clop ve diğerleri, 2006; Petersen ve diğerleri, 2010). Dolayısıyla atların yarış performansı üzerinde etki eden en önemli faktörlerden biri genotiptir.

Genetik faktörler bir atın hızı, dayanıklılığı, kas yapısı, metabolizması ve hatta mizacı ve motivasyonu gibi pek çok performans parametresini belirler. Yarış atlarında performansı etkileyen en önemli genetik faktörlerden biri miyostatin (MSTN) genidir. Bu gen, kas gelişimini düzenleyen bir protein olan miyostatinin üretiminden sorumludur. MSTN geninde gözlenen varyasyonlar, kas liflerinin yoğunluğu ve tipi üzerinde etkili olarak atın hız ve dayanıklılığını doğrudan etkileyebilir (Hill ve diğerleri, 2010).

Yarış atlarında performans bakımından ırklar arasında hatta aynı ırktan bireyler arasında farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Bunun temel nedeni genotipten kaynaklanan farklılıklardır. Irklar arasında gözlemlenebilen vücut yapısındaki farklılıklar yarış performansını doğrudan etkilemektedir.

İngiliz atlarının başarısı çok sayıda faktörden etkilenmektedir ve bu yarış atları çoğunlukla konformasyon ve pedigrilerine bakılarak seçilmektedir. Konformasyon, akciğer kapasitesi ve büyüme potansiyeli gibi fizyolojik özellikleri, genetik özellikleri, kazanma isteği gibi mental özellikleri bir araya gelerek atın yarış yeteneğine katkıda bulunur (Brown-Douglas ve diğerleri, 2006).

Üstün performans göstermesi beklenen yarış atları genel olarak konformasyon değerlendirmesi sonucu seçilse de soyağacının da etkisini göz ardı etmemek gerekir. Yarış pistinde gösterdiği başarıları yavrularına da aktarabilen atlar yarış performansının ıslahı noktasında önemli bir yere sahiptir (Velie ve diğerleri, 2015).

Spor geni olarak adlandırılan aday genler doğrudan veya dolaylı olarak sporcunun atletik performansını etkileyerek biyolojik süreçlerin kontrol edilmesinde görev alan genlerdir. Bu genlerden biri de atletik performansla ilişkili olduğu düşünülen MCT1 genidir. (Bulğay ve diğerleri, 2021).

Bulğay ve diğerleri (2021) tarafından yapılan bir araştırmada 250'den fazla gen polimorfizmi atletik performansla ilişkilendirilmiştir ve yaklaşık 20 gen polimorfizminin üstün atletik performans ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Atletik performansla ilişkilendirilecek genlere örnek olarak; miyostatin (MSTN), eritropoetin (EPO), büyüme hormonu (GH), vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGFA), insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1) verilebilir.

Köseman (2005); Arap atlarında yarış performansının kalıtım derecesini 0,17 olarak belirlemiştir. İngiliz atlarında yarış performansının kalıtım derecesinin 0,08 ile 0,37 arasında değiştiği bildirilmektedir (Arpacık, 1999). Genel olarak, sonuçlar İngiliz atlarında yarış performansı için orta düzeyde bir kalıtım derecesi ($h^2 = 0,34-0,36$) olduğunu ortaya koymakta ve hesaplamalarda çevresel faktörleri kontrol etme ihtiyacı olduğunu göstermektedir (Ricard ve diğerleri, 2000).

2.3.1.2. Yaş

Atlarda yarış performansı, genetik yapı, çevresel faktörler ve yaş gibi çeşitli parametrelerin etkileşimi ile şekillenmekte ve bu parametrelere bağlı olarak değişkenlikler göstermektedir. Yaş, atların fiziksel gelişimi, dayanıklılığı ve hız kapasitesi üzerinde belirleyici bir rol oynar (Köseman ve Şeker, 2018).

Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu kuzey yarımkürede doğum sezonu 1 Ocak itibariyle başlamaktadır ve yarış atlarında yaş; tayın doğduğu yılın ilk gününden itibaren hesaplanmaya başlamaktadır. Dolayısıyla yılın ilk günlerinde doğan bir tay ile son günlerinde doğan tay aynı yaş grubunda kabul edilmektedir, atların yarış hayatına başlarken aynı yaş grubu içerisinde bulunduğu diğer atlarla rekabet ettiği düşünüldüğünde yılın ilk aylarında doğan taylar daha avantajlı olacaktır. İngiliz atlarında yarış hayatı iki yaşında başlarken Arap atlarında üç yaşında başlamaktadır.

Atlarda yarış performansı parametresi olarak değerlendirmeye alınan yarış süresinin atın yaşının artmasıyla iyileştiği ortaya konmuştur. Bunun sebebi olarak hem büyümenin tam anlamıyla tamamlanması hem de atın yarıştaki tecrübe kazanımı akla gelmektedir (Ekiz ve diğerleri, 2005; Moritsu ve diğerleri, 1994; Oki ve diğerleri, 1994).

Gramm ve Marksteiner (2010) 274 erkek safkan at üzerinde yaptıkları çalışmada, atların yarış performanslarının 2 yaşından itibaren artarak 4,5 yaşında zirveye ulaştığını ve bu yaştan sonra da performansta düşüş başladığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Takahashi (2015) tarafından Japonya'da yapılan bir araştırma, atların ortalama hızlarının 4 yaşın ilk yarısına kadar arttığını ve bu yaştan sonra sabit kaldığını göstermiştir. Bu durum atların fiziksel gelişimlerinin 4 yaş civarında tamamlandığını ve bu noktadan sonra performanslarının stabil hale geldiğini düşündürmektedir.

2.3.1.3. Cinsiyet

Cinsiyet, spor dünyasında performans ve kalıtım açısından önemli bir belirleyici faktördür. Atlarda performans üzerine etki eden faktörlerden bazıları cinsiyetler açısından

farklılık gösterir. Cinsiyet nedeniyle ortaya çıkan fizyolojik ve biyolojik farklılıklar performans ve dayanıklılık anlamında fark yaratacaktır.

Atların yarış performansını belirleyen temel unsurlar arasında kas yapısı, dayanıklılık düzeyi ve hız kapasitesi yer almaktadır. Bu fiziksel özellikler, cinsiyete bağlı olarak farklılık gösterebilir. Erkek atlar genellikle daha fazla kas kütesine ve güçlü bir yapıya sahip olup, bu durum onların dayanıklılık ve güç gerektiren yarışlarda avantaj sağlamasına katkıda bulunabilir. Öte yandan, dişi atlar daha hafif ve zarif yapıya sahip olmaları nedeniyle kısa mesafeli yarışlarda çeviklik ve hız açısından üstünlük gösterebilirler. Entin (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, İngiliz atlarında erkeklerin dişilere kıyasla kısa mesafelerde %0,7, uzun mesafelerde ise %1,4 daha hızlı olduğu bulunmuştur.

Erkek atlar genellikle daha fazla kas kütesine ve daha yüksek testosteron düzeylerine sahiptir, bu da onların sprint yarışlarında daha avantajlı olmasına katkı sağlar. Mukai ve diğerlerinin (2003) yaptığı çalışmada, erkek safkan İngiliz atlarının aynı koşu hızında dişi atlara göre daha düşük kalp atışına sahip olduğu, bu nedenle erkek atların daha yüksek aerobik kapasiteye sahip olacağı tespit edilmiştir. Bu fizyolojik avantaj, erkek atların uzun mesafeli yarışlarda daha dayanıklı olmalarını sağlayabilir.

Senefeld ve diğerleri (2021) insan, at ve köpeklerde cinsiyete dayalı performans sınırlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, atlar ve tazi köpeklerinde cinsiyete bağlı performans farklılıklarının belirgin olmadığını belirtmişlerdir. Bu bulgu atlarda cinsiyetin performans üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Dişi atların performansı hormonlar ve seksüel siklus ile doğrudan bağlantılıdır. Özellikle östrus dönemlerinde, dişi atların motivasyon ve performansları olumsuz etkilenebilir. Bu durum da yarış anındaki strateji ve hız üzerinde etki eder.

Erkek atların yarış performansı da hormonların etkisi altındadır ve onlara en çok etki eden hormon testosterondur. Testosteron, erkek atların kas gelişimi ve agresiflik düzeyleri üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Yüksek testosteron düzeyleri, atların yarış esnasında daha motivasyonlu ve rekabetçi olmalarına yol açabilir. Ancak bu hormonun kontrolsüz artışı, performansı olumsuz etkileyebilir.

İki cinsiyette farklılık gösteren bazı beden ölçümlerinden; sağrı yüksekliği, vücut uzunluğunun başarı yüzdesi ile pozitif korelasyon gösterdiği ortaya konmuştur (Brown-Douglas ve diğerleri, 2006).

Hanousek ve diğerkleri (2018) tarafından İngiltere’de 1998-2016 yılları arasında gerçekleştirilen bir çalışmada, 681 atın yarış verileri incelenmiştir. Bu çalışmada, erkek ve kastre atların dişilere göre genel olarak daha yüksek performans sergilediğı ortaya konmuştur. Ancak, bu fark tüm yarış disiplinlerinde söz konusu değildir. Engel atlama yarışlarında diş atlar zaman cezaları açısından daha iyi performans göstermiştir.

Whitaker ve diğerkleri’nin (2008) yaptığı bir çalışmada, atların cinsiyetin yarış performansı üzerindeki etkisi sınırlı bulunmuştur. Bu çalışma farkı yarış düzeylerinde cinsiyetin performansa olan etkisini değerlendirmiş ve genel olarak cinsiyetin belirleyici bir faktör olmadığını ortaya koymuştur. Atların fiziksel özellikleri ve performansları cinsiyete bağı olarak bazı farklılıklar gösterebildiğı, bu farkların; antrenman, beslenme, genetik ve çevresel faktörler gibi diğerk etkenlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğı bildirilmiştir. Bu nedenle atın performansını değerlendirirken cinsiyetin yanı sıra birçok faktörün bir arada ele alınması önemlidir.

Sadece diş atların katılımına açık yarışlar, modern hipodrom sisteminde hem genetik seleksiyonun yönlendirilmesi hem de kısırakların sportif değerkinin objektif şekilde değerlendirilmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Bu yarışlar “fillies only” veya “mares only” olarak adlandırılır ve yaş gruplarına göre düzenlenebilir. Sınırlı katılım yapısıyla bu tür yarışlar, diş atların erkek rakiplerle rekabet etmeden performanslarını ortaya koymalarına olanak sağlar (Equineedge, 2025).

İki cinsiyet arasındaki kas kütlesi, vücut yapısı ve hormon profili farklılıkları nedeniyle ortaya çıkabilecek dezavantajların elemine edilmesi için cinsiyet odaklı yarışlar yetiştiriciler ve antrenörlere avantaj sağlar. Yarış kariyeri süresinde üstün başarı göstermiş kısırakların damızlık hayatının başlamasında da cinsiyet odaklı yarışlar büyük önem arz etmektedir (Thoroughbred Daily News, 2025). Türkiye’de de çok sayıda cinsiyet odaklı yarış düzenlenmekte ve bu sayede her iki cinsiyetin adil biçimde rekabet etmesi sağlanmaktadır. Anneler Günü, Diş Tay Deneme, Cahide isimli koşular adından en çok söz ettiren diş atların katıldığı yarışlarken, Babalar Günü, Erkek Tay Deneme ve Sait Akson koşuları da adından en çok söz ettiren erkek atların katıldığı yarışlardır. (TJK, 2025).

2.3.1.4. Ana Yaşı

Yarış atlarında genetik potansiyel kadar önemli olan bir nokta da genetik materyalin aktarımı ve bu aktarıma etki eden faktörlerdir. Bu faktörlerden biri olan ana yaşı hem yavrunun doğum ağırlığı hem de ileri yaşlardaki yarış performansı üzerine etkili olabilir (Wilsher ve Allen, 2003).

Kısraklar, at yetiştiriciliği ve damızlık programları kapsamında genotipik varyasyonu artırarak at ırklarının gelişimine katkıda bulunmaları açısından kritik bir öneme sahiptir. Damızlık olarak kullanılacak kısrakların seçimleri elde edilecek yavruların kalitesi açısından oldukça önemlidir. Özellikle kısrakların yaşları, sağlık durumları ve genetik geçmişleri yavru performansı üzerinde etki edecek parametrelerdir.

Ana yaşı; yavru doğduğu zaman kısrığın kaç yaşında olduğunu ifade eden bir terimdir ve canlının hem prenatal hem de postnatal yaşamında olumlu ve olumsuz etkileri söz konusudur. Hayatı boyunca çok sayıda yavru dünyaya getiren iteropar canlılarda dikkat edilmesi gereken bir konudur (Sharman ve diğerleri, 2022). Kısraklardan da damızlık yaşamları boyunca birçok yavru elde edilmektedir.

Kısrakların üreme yaşı, yalnızca doğurganlık yeteneklerini değil aynı zamanda dünyaya getirdikleri tayların sağlık durumu, büyüme kapasitesi ve ilerideki yarış performanslarını da doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Araştırmalar, özellikle 3 ile 8 yaş arasındaki kısrakların daha yüksek gebelik başarı oranlarına sahip olduğunu ve bu yaş grubundaki kısraklardan doğan tayların neonatal sağlık açısından daha avantajlı olduklarını göstermektedir (Allen ve diğerleri, 2002; Morris ve Allen, 2002).

Genç kısraklar, uterus ve endometriyal dokularının daha az bozulmuş olması nedeniyle embriyonun implantasyonu ve gebeliğin sürdürülmesinde daha başarılıdır (Morris ve Allen, 2002). Örneğin; 10 yaş ve altındaki kısrakların sağlıklı bir tay doğurma olasılığı, 16 yaş ve üzerindekiyle kıyasla üç kat daha fazladır. (Kentucky Equine Research, 2023).

İleri yaşlarda ise endometriyal dejenerasyon, uterus kan akımında azalma ve hormonal yanıtların azalması gibi fizyolojik değişiklikler nedeniyle doğurganlık belirgin şekilde azalmaktadır. Bu da gebeliğin başlaması ve sürdürülmesinde zorluklara neden olmaktadır. Ayrıca, yaşlı kısraklardan doğan taylarda, neonatal dönemde hastalık insidansı ve ölüm oranı daha yüksektir. (Morris ve Allen, 2002).

Ayrıca ana yaşının etkisi yavruların uzun vadeli atletik performansını da kapsar. Araştırmalar, genç kısıraklardan doğan tayların gelişmiş büyüme oranları ve fiziksel canlılık sergileyebileceklerini bu sayede de daha rekabetçi bir performansa dönüşeceğini göstermektedir (Whittaker ve diğerleri, 2012). Bu performans avantajına kısırağın gebelik ve emzirme dönemindeki beslenme durumu, tay yetiştirme konusundaki deneyimi ve kısırağın farklı yaş dönemlerindeki genetik yatkınlıklar neden olabilir.

Yavru performansını etkileyen unsurlar yalnızca genetik aktarım veya maternal yaşla sınırlı değildir; kısırağın genel sağlık durumu ve refah düzeyi de bu sürecin önemli bir bileşenidir. Özellikle gebelik ve doğum sürecinin kısırağın optimum fizyolojik yaş aralığında gerçekleştirilmesi hem doğum sırasında meydana gelecek komplikasyon riskini azaltmakta hem de doğum sonrası dönemde ana-tay arasındaki bağın sağlıklı şekilde kurulmasını kolaylaştırmaktadır. Bu güçlü bağ, tayın erken dönemde sağlıklı gelişimini desteklemenin yanı sıra, kısırağın yavrusuna bakım verme kapasitesini de artırır (Berghold ve diğerleri, 2007).

Belli bir yaşın üzerinde kısıraklarda yaşa bağlı olarak dişi genital sistemde meydana gelen deformasyonlar, uterus kistleri, düşük süt verimi gibi bazı biyolojik değişiklikler meydana gelmektedir ve bu nedenle damızlıkta kullanılmaları nispeten zorlaşmakta hatta bazen uygun olmamaktadır. Çünkü meydana gelen bu değişiklikler gebeliğin sağlıklı bir şekilde sonuçlanmamasına, istenmeyen özellikte tayların doğmasına, sağlıklı doğan tayların yaşamının devamının zorlaşmasına neden olmaktadır. Tam olarak da bu nedenle de hipodromda koşan atların ana yaşları arasındaki farklılığın yarış performansı ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur (Köseman, 2005).

Ebeveyn yaşı (özellikle doğumu takiben bakımı veren ebeveynin yaşı) yavrunun yaşama şansı açısından oldukça önemlidir. At türü için bakım veren ebeveynin kısırak olduğunu düşünürsek ana yaşı yavrunun yaşamının devamı için önem arz etmektedir. Yaşamının ilk altı ayında sütle beslenen ve bu süre boyunca savunma desteği alan taylar hayata daha sıkı tutunacaktır (Sharman ve diğerleri, 2022). Yaş ilerledikçe kısırakların uteruslarında meydana gelen bazı değişiklikler gebeliğin devamında güçlük çıkarmakta hatta süt verimi ve yavru doğum ağırlığı da kısırağın yaşı ilerledikçe düşmektedir. Düşük doğum ağırlığı uzun zamandır at yenidoğan hastalıklarıyla ilişkilendirilmekte olup tayın yaşamının devamında oldukça önemlidir (Klewitz ve diğerleri, 2015).

At sürülerinde bakım veren ebeveynin kısırak olması, tayın yaşamının ilk altı ayında sütle beslenmesini sağlamanın yanı sıra tayı dış uyaranlara karşı koruması sebebiyle ve aygırların

yavrunun hayatının devamı konusunda bir görevi olmadığı için ana yaşına odaklanmak mantıklı olacaktır. Ayrıca yarış hayatı ne zaman biterse bitsin atlar yirmili yaşlarına kadar üreyebilmektedir bu da ebeveyn yaş etkilerinin yavru performansı üzerindeki önemini vurgulamaktadır.

Yarış performansı ile ilgili yapılan çalışmalar göstermektedir ki, ana yaşının artması ile birlikte yavrunun yarış performansı artış göstermekte ve ardından istikrarlı bir düşüş sergilemektedir. İngiltere’de yüz safkan İngiliz kısrağ üzerinde gerçekleştirilen ve ana yaşının yarış performansına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada genç analardan doğan tayların diğer taylardan daha başarılı olduğu ve onbir yaşın üzerindeki analardan doğan tayların yarış performansının ana yaşı ile ters orantılı olarak azaldığı belirlenmiştir (Barron, 1995).

Amerika Birleşik Devletleri’nde 1641 kısrağ ve onlara ait 18931 yavrunun verileri kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada en yüksek yarış performansına sahip atların yedi yaşlı analardan doğan taylar olduğu belirlenmiştir (Finocchio, 1986). Yaş yerine kısrağın doğum sayısına odaklanacak olursak da ortalama yavru dereceleri düşmeden önce dördüncü yavruya kadar performans değerlerinin yükseldiği görülmüştür (Barron, 1995).

Baba yaşının etkilerini açıkça belirten bir çalışma olmamakla birlikte 1959’da Polonya’da gerçekleştirilen prestijli yarışları kazanan atların çoğunun üreme kariyerinin başında olan aygırların yavruları olduğu bildirilmiştir (Kownacki, 1959).

1996 ve 2019 yılları arasında Büyük Britanya’da koşan atların ve ebeveynlerinin verileri incelenmiş hem ana hem de baba yaşı arttıkça ortalama yavru hızının azaldığı belirlenmiştir. Düşüş geçmeden önce babalar için 4, analar için de 6 yaşına kadar olan çiftleşme döneminden elde edilen yavrularda ortalama hız artmıştır (Sharman ve diğerleri, 2022).

Hintz ve diğerlerinin (1979) yürüttüğü çalışmada, kısrağ yaşının tayların büyüme hızını ve dolayısıyla yarış performanslarını etkileyebileceği belirtilmiştir. Bu çalışmaya göre, çok genç (3-5 yaş) veya çok yaşlı (15 yaş ve üstü) kısraklardan doğan taylarda büyüme oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Özellikle optimum kısrağ yaşının 6 ile 12 yaş aralığında olduğu, bu yaş grubundaki kısrakların daha dengeli yavrular doğurduğu saptanmıştır.

Inoue (2022) tarafından Japon yarış atları üzerinde gerçekleştirilen kapsamlı bir çalışmada, yaşlı kısraklardan doğan tayların yarış performanslarında düşüş gözlemlenmiştir. Çalışmada, 16 yaş ve üzerindeki kısraklardan doğan tayların, özellikle kazanç miktarları ve

yarışlardaki yer alma sıklıkları açısından dezavantajlı konumda oldukları belirtilmiştir. Araştırmada, baba etkisi ve çevresel faktörler sabitlendiğinde bile, yaşlı kısıraklardan doğan tayların istatistiksel olarak daha düşük performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu durum, yaşla birlikte azalan yumurta kalitesi ve embriyonik gelişim koşullarının bozulmasına bağlanmaktadır. Yaşlı kısıraklarda hormonal dengenin zayıflamasının, rahim ortamının embriyo gelişimi için daha az elverişli hale gelmesi gibi biyolojik faktörlerin yavruların doğumdan sonraki büyüme ve gelişim evrelerini etkileyebildiği bildirilmiştir.

2.3.1.5. Yarış Mesafesi

Yarış mesafesi, at yarışlarında başlangıç ve bitiş çizgisi arasındaki toplam uzaklığı ifade eder ve genellikle metre (m) veya *furlong* (1 furlong = 201,168 metre) cinsinden ölçülür. Yarış mesafesi, yarışın stratejisini, atın performans gereksinimlerini ve enerji kullanım biçimini doğrudan etkiler (Hinchcliff ve diğerleri, 2013).

Yarış mesafesi, sporcuların performansını etkileyen çok boyutlu bir faktördür. Koşu mesafesinin uzunluğu, enerji üretim sistemlerinin kullanım düzeyini doğrudan etkileyerek antrenman protokollerinin de farklılaşmasına neden olur. Kısa mesafeli yarışlar, temelinde anaerobik enerji sistemleri ile ilişkilidir ve yüksek hız, patlayıcı kuvvet ve nöromüsküler koordinasyon gerektirir (Ross ve diğerleri, 2001). Buna karşın uzun mesafe koşuları, büyük ölçüde aerobik enerji üretimine dayanır ve kardiyorespiratuar dayanıklılığı ile metabolik verimliliği ön plana çıkarır (Basset ve Howley, 2000). Bu nedenle başarılı performans için sporcuların rekabet edecekleri yarış mesafesine uygun fizyolojik özelliklere sahip olması gerekir.

Yarış mesafesi hem atın enerji metabolizmasını hem de kas kompozisyonunu doğrudan etkileyerek kısa, orta ve uzun mesafelerde hangi atların avantaj sağlayacağını belirleyen temel bir parametredir (Marlin ve Nankervis, 2002). Yarış mesafesi, fizyolojik kapasite, kas lifi dağılımı, kardiyovasküler dayanıklılık ve genetik eğilim gibi pek çok biyolojik faktörler etkileşim içindedir (Hill ve diğerleri, 2010). Kısa mesafeli sprint yarışları (genellikle 1000-1400 metre) hızlı kasılan kas liflerinin etkinliğini, anaerobik enerji sisteminin gücünü ön plana çıkarırken, daha uzun mesafeli yarışlar (2000 metre ve üzeri) aerobik kapasite ve dayanıklılık gerektirir (Evans, 2000).

Türkiye sınırları içerisinde Türkiye Jokey Kulübü tarafından düzenlenen yarışlar baz alındığında düz koşu yarışları 800 metre ile 2800 metre arasında değişen pist uzunluklarında gerçekleşmektedir (TJK, 2025). Düzenlenen yarışlardaki kategorilere bakıldığında yarış hayatına yeni başlayan görece deneyimsiz olan yarış atlarının daha kısa mesafeler koştuğu ve bu yarışlarda başarı gösteren atların yetenekleri ile uygun olan yarış uzunluklarında koştuğu görülmektedir.

2.3.1.6. Pist Tipi ve Hava Koşulları

At yarışlarının düzenlendiği pistler, temel yapıtaşını oluşturan zemin materyallerine göre sınıflandırılmakta olup bu zeminler genellikle kum ve çimdir. Türkiye’de yarışlar kum, çim ve sentetik pistlerde gerçekleştirilmektedir. Pist yüzeyinde kullanılan bu materyallerin farklı fiziksel özelliklere sahip olması, atın koşu performansı üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Özellikle kumun, çime kıyasla daha derin ve yumuşak yapısı, yarış atları için daha fazla efor gerektiren bir yüzey oluşturmakta; bu da yarış sonuçlarını doğrudan etkileyebilmektedir. Nitekim, kum pistte gerçekleştirilen yarışların, çim piste kıyasla daha zorlayıcı olduğu literatürde de belirtilmiştir (Köseman, 2005).

Kum pistlerde, zemin yapısı yarış atının ayağını sarmakta ve çoğu zaman ayağın kuma gömülmesine neden olmaktadır. Bu durumda at, ayağını kuma gömüldüğü yerden çıkartırken daha fazla enerji harcamakta, bu da yarışın zorluk düzeyini artırmaktadır. Çim pistlerde ise yüzeydeki çim dokusu, zeminle temasın doğrudan olmasını önlemekte ve böylece ayağın fazla gömülmesini engelleyerek daha konforlu bir koşu imkânı sağlamaktadır. Bu nedenle kum pistlerde yarışacak atlarda yalnızca hız değil, aynı zamanda yüksek dayanıklılık da aranan bir özellik olmaktadır.

Sadece pist tipleri değil hava koşulları da bu anlamda önemli olmaktadır. Hava koşullarına bağlı olarak pistlerdeki bu durum tam tersine dönebilmektedir. Islanmış olan kum pistin zemini sertleşmiş olacağı için ıslanmış kum pist, yarış atının ayağını kuru olduğu zamanki kadar çok saramayacak ve atın ekstra efor sarf etmesine sebep olmayacaktır ve bu tip pistlerde hızlı olmak yeterli olacaktır. Çim pistin ıslandığı durumlarda hem çimin altındaki kum kısım çamurlaşacak hem de üstte bulunan çim kayganlaşacaktır. Bu durumda çim pistin zorluk düzeyi artacak hatta hızlı olan yarış atları için istenmeyen sakatlıkları beraberinde getirecektir.

Pist yüzeyinin bu fiziksel özelliklerinin bilimsel olarak ölçülebilmesi amacıyla, modern yarış pistlerinde zemin sertliği ve koşulabilirliğini değerlendiren teknik cihazlar kullanılmaktadır. Bunlardan ilki olan Clegg Hammer, yarış pistine belirli bir yükseklikten bırakılan ağırlıklı bir çekiç yardımıyla zeminin darbe emme kapasitesini ölçmektedir. Ölçüm sonucunda elde edilen Gmax (Clegg Impact Value) değeri, pistin ne derece sert veya yumuşak olduğunu belirlemekte kullanılmaktadır. Gmax değeri ne kadar yüksekse, zemin o denli sert kabul edilir. Bu ölçüm, özellikle kum ve sentetik pistlerde zemin bakım kararlarını yönlendirmek ve güvenlik değerlendirmeleri yapmak açısından önemlidir (Yamaguchi ve diğerleri, 2010). Öte yandan, özellikle çim pistlerin koşulabilirliğini değerlendirmek için yaygın biçimde kullanılan bir diğer cihaz ise Going Stick'tir. Bu cihaz, zemin içine batırılarak hem penetrasyon (zemin giriş derinliği) hem de shear (kesilme direnci) ölçümleri yapar. Bu iki ölçüm, cihaz tarafından işlenerek 0 ile 15 arasında bir skor üretir. Bu skor, pistin yumuşak, orta sert ya da sert gibi nitelendirilmesini daha nesnel ve sayısal verilere dayalı hale getirir.

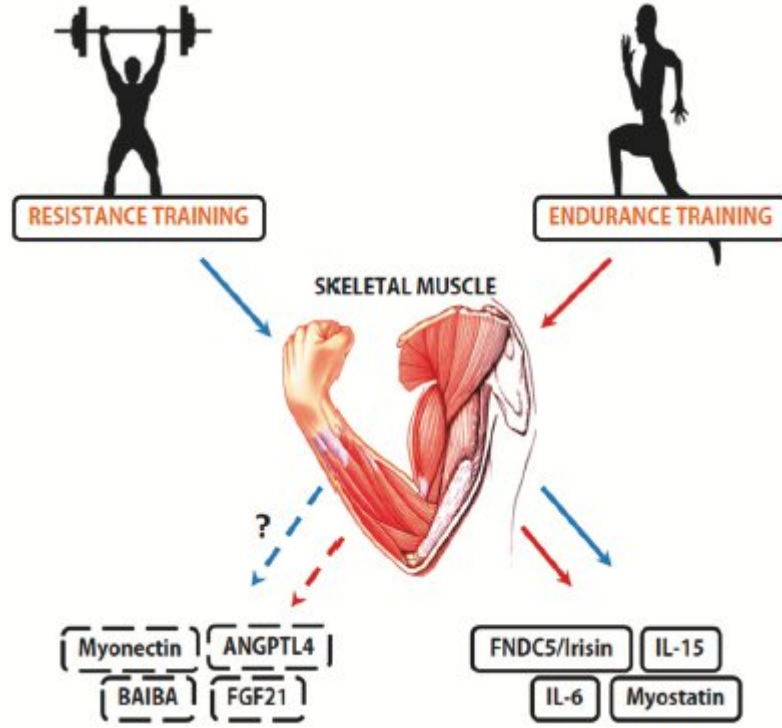
Sonuç olarak, pist tipi ve hava koşulları kadar, pistin anlık fiziksel durumunu ölçen cihazlar da yarış performansının doğru analiz edilmesi ve yarış güvenliğinin sağlanmasında kritik rol oynamaktadır. Clegg Hammer ve Going Stick gibi cihazların kullanımı, antrenörlerin yarış stratejilerini belirlemeleri, jokeylerin ayak tercihlerine karar vermeleri ve yarış organizatörlerinin pist bakımı konusunda etkin önlemler alabilmeleri için önemli bilimsel veri sağlamaktadır.

2.4. Miyostatin

İskelet kası, yalnızca hareketi sağlayan mekanik bir yapı olmaktan öte, egzersiz gibi fizyolojik uyarılara yanıt olarak çeşitli biyolojik medyatörler salgılayan aktif bir endokrin organdır. Bu medyatörlerden en önemlileri, kas hücreleri tarafından üretilen ve "miyokin" olarak adlandırılan sitokin benzeri proteinlerdir. Miyokinler, sistemik metabolik düzenlemede görev alarak kas-adipoz doku, karaciğer, pankreas, beyin ve bağışıklık sistemi gibi birçok organla çapraz iletişim kurar (Pedersen ve Febbraio, 2012).

Miyostatin (MSTN) veya büyüme ve farklılaşma faktörü 8 (GDF-8); kas hücresi büyümesini inhibe etmek için kas hücreleri üzerinde hareket eden miyositler tarafından üretilen

ve salınan bir proteindir. İlk olarak 1997 yılında McPherron ve Lee tarafından tanımlanmıştır ve MSTN geni tarafından kodlanmaktadır (McPherron ve Lee, 1997).



Resim 1: Farklı egzersiz türlerinde iskelet kasından salınan miyokinler (Leal ve diğerleri, 2018).

Egzersiz türüne bağlı olarak miyokin salınım profili belirgin şekilde değişiklik göstermektedir. Sunulan görselde bu durum şematik olarak ortaya konmuştur. Direnç (resistance) egzersizi ve dayanıklılık (endurance) egzersizi, farklı miyojenik yanıtları tetikleyerek spesifik miyokinlerin salınımını uyarır. Direnç egzersizi, kas hipertrofisi ve protein sentezini teşvik ederken, dayanıklılık egzersizi metabolik adaptasyonları ve oksidatif kapasiteyi artırmaktadır.

Direnç egzersiziyle ilişkili olarak salınan başlıca miyokinler arasında myonectin, ANGPTL4 (angiopoietin-like 4), BAIBA (β -aminoisobutyric acid) ve FGF21 (fibroblast growth factor 21) yer almaktadır. Bu moleküller, lipid oksidasyonu, glukoz homeostazı, kahverengi yağ dokusunun aktivasyonu ve insülin duyarlılığı gibi süreçlerde görev almaktadır (Roberts ve diğerleri, 2014; Seldin ve diğerleri, 2012).

Sonuç olarak, egzersiz tipi, iskelet kasından salınan miyokinlerin miktarını, türünü ve fizyolojik etkilerini belirleyen temel bir faktördür. Egzersize özgü miyokin yanıtlarının daha ayrıntılı olarak ortaya konması, hem metabolik hastalıkların önlenmesi ve tedavisi açısından hem de sporcu performansının optimize edilmesi bakımından önem arz etmektedir.

Dayanıklılık egzersizi sonucunda ise FNDC5/irisin, IL-6 (interlökin-6), IL-15 ve myostatin gibi miyokinlerin salınımında artış gözlenmektedir. Özellikle irisin, termogeneizde rol oynayan kahverengi yağ dokusunun aktivasyonu ile ilişkilendirilmiş ve metabolik sendromlara karşı koruyucu bir rolü olduğu öne sürülmüştür (Boström et al., 2012). Ayrıca IL-6, glikojenoliz ve lipoliz gibi enerji metabolizmasını etkileyen süreçleri düzenlerken, IL-15 kas kütlesinin korunmasına ve bağışıklık fonksiyonlarının desteklenmesine katkıda bulunur (Pedersen, 2013).

Miyostatinin ana işlevi, miyoblast proliferasyonunu ve farklılaşmasını inhibe ederek kas büyümesinin negatif düzenlenmesidir. Miyostatinin eksikliği veya fonksiyonunun inhibisyonu, hipertrofi ve hiperplazi ile karakterize aşırı kas gelişimiyle sonuçlanır. Birden fazla türde yapılan genomik ve moleküler çalışmalar, MSTN genindeki mutasyonların; hipertrofi ve hiperplazi kombinasyonlarının bir sonucu olarak kas kütlesinde çarpıcı bir artışa neden olduğunu göstermiştir. İnsanlarda miyostatin genindeki mutasyonlara sahip bireylerde doğuştan yüksek kas kütlesi ve düşük vücut yağ oranı görülmüştür (Mosher ve diğerleri, 2007; Schuelke ve diğerleri, 2004). Ayrıca Belçika Mavisi ve Piedmontese gibi bazı sığır ırklarında miyostatin genindeki doğal mutasyonlar, çift kaslı fenotipe neden olmaktadır (Grobet ve diğerleri, 1997).

Deney hayvanlarında, MSTN geninin silinmesi hem kas hipertrofisi hem de hiperplazi nedeniyle iskelet kası kütlesinde dramatik ve yaygın bir artışa neden olur (Huang ve diğerleri, 2011). Ana işlevi iskelet kası miktarını kontrol etmekle ilgili olsa da miyostatin enerji harcamasının modifikasyonunda önemli bir rol oynar (He ve diğerleri, 2018; Huang ve diğerleri, 2011).

Yarış ve dayanıklılık atlarında farklı egzersiz disiplinlerinin uygulandığı çalışmada (Kowalik ve diğerleri, 2020), miyostatin plazma konsantrasyonlarının yaşa bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Yaşça büyük olan dayanıklılık atlarında miyostatin düzeylerinin daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Miyostatin eksikliğinin beyaz yağ dokusunun kahverengileşmesini desteklediği ve bunun sonucunda toplam enerji harcamasını arttırdığı bilinmektedir. Ayrıca, yüksek enerji harcaması

yağ kazanımını engellerken aynı zamanda yağsız beden kitlesini arttırır (Bond ve diğerleri, 2016). Ayrıca bu değişikliklerin bir sonucu olarak, miyostatin, insülin direncindeki azalmaya bağlı olarak iskelet kasında glukoz alımını iyileştirebilir (Ge ve diğerleri, 2017). İskelet kasında meydana gelen bu değişikliklerin performansı artıracağı düşünülmektedir.

Birden fazla türde yapılan genomik ve moleküler çalışmalar, MSTN genindeki mutasyonların; hipertrofi ve hiperplazi kombinasyonlarının bir sonucu olarak kas kütlesinde çarpıcı bir artışa neden olduğunu göstermiştir (Mosher ve diğerleri, 2007; Schuelke ve diğerleri, 2004). Kas büyümesine ek olarak, MSTN inhibisyonu potansiyel olarak bağ dokusunu bozar, kuvvet modülasyonuna yol açar, myoblast transplantasyonunu kolaylaştırır, doku rejenerasyonunu destekler ve kas oksidatif fenotipini artırır (Yamada ve diğerleri, 2012).

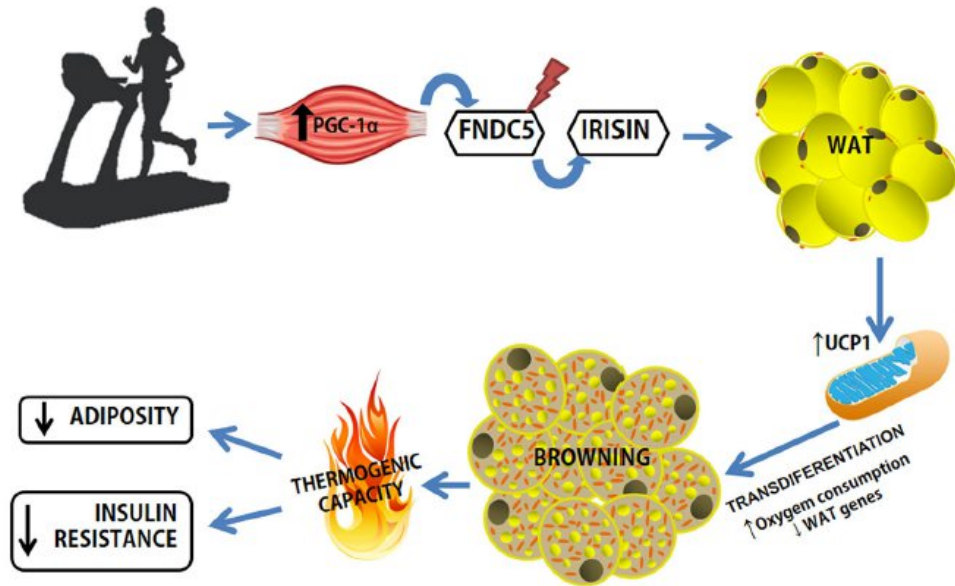
Miyostatin yalnızca kas dokusunu değil, aynı zamanda kemik metabolizmasını ve enerji homeostazını da etkiler. Miyostatin eksikliği, osteoblast aktivitesinin artması ve kemik mineral yoğunluğunun yükselmesi ile ilişkilendirilmiştir (Elkasrawy ve Hamrick, 2010). Ayrıca metabolik çalışmalarda miyostatinin insülin duyarlılığını azalttığı ve enerji harcamasını düşürdüğü gösterilmiştir (Hittel ve diğerleri, 2009).

Son yıllarda, MSTN geni üzerindeki bir varyantın (g.66493737C/T), yarış mesafesine olan genetik yatkınlığı güçlü şekilde öngördüğü ortaya konmuştur (Petersen ve diğerleri, 2013). Bu varyant, kas hipertrofisiyle ilişkili olup, C/C genotipli atların sprint mesafelerinde, C/T genotipli atların orta mesafelerde, T/T genotipli atların ise dayanıklılık gerektiren uzun mesafelerde daha başarılı olduğunu göstermektedir (Hill ve diğerleri, 2010).

Yapılan deneysel çalışmalar, miyostatin baskılama stratejileri ile kas kütlesinin arttığını, kas gücünün ve fonksiyonunun iyileştiğini göstermektedir. Ancak bu tür tedavi yöntemlerinin güvenilirlik profili ve uzun vadeli etkileri üzerinde daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Ayrıca miyostatin ile ilgili gerçekleştirilen çalışmaların çoğunun kas biyopsisi içermesi ve kan dolaşımındaki miyostatin konsantrasyonları ile ilgili çalışmaların az sayıda olması nedeniyle bu konu üzerinde yoğunlaşılması gerektiği düşünülmektedir.

2.5. İrisin

Boström ve diğerleri (2012) tarafından keşfedilmiş ve ismini Yunan mitolojisinde tanrılar arasında mesaj taşımakla görevli tanrıça *İris*'ten almış olan irisin 12 kilodalton (kDa) ağırlığında ve 112 aminoasitten oluşan adipoz dokuda salgılanan bir hormon benzeri bir miyokindir, sentezinin büyük bir çoğunluğu iskelet kas dokusundan gerçekleşirken daha az bir kısmı kalp kasında da sentezlenmektedir. İrisin, egzersizin etkisiyle tetiklenen bir miyokin olarak tanımlanmıştır ve egzersiz sırasında artan peroksizom proliferatör aktive reseptör gama ko-aktivatör 1 alfa (PGC1-α) aracılığıyla FNDC5 (Fibronectin type III domain-containing protein 5) adlı transmembran bir proteinden proteolitik olarak kesilerek serbest bırakılır (Boström ve diğerleri, 2012; Martinez Munoz ve diğerleri, 2018; Tsourdi ve diğerleri, 2022).



Resim 2: İrisin ve yağ metabolizması (Leal ve diğerleri, 2018).

Dolaşıma salındığında yağların esmerleşmesi ve termoregülasyonda etkili olan bu miyokin ile ilgili yapılan son çalışmalar osteoblastların, osteoklastların ve hatta osteositlerin aktivitelerini düzenleyebildiğini göstermektedir (Leal ve diğerleri, 2018; Tsourdi ve diğerleri, 2022). Tüm bu etkilerin yanı sıra son zamanlarda irisinin merkezi sinir sistemi üzerinde koruyucu etki gösterdiği ortaya konmuştur. İrisin salgılanması, hipokampüste beyin kaynaklı nörotrofik faktör düzeylerinde bir artışa neden olarak bilişsel bozuklukların iyileştirilmesinde katkıda bulunur (Qi ve diğerleri, 2022).

Arıkan ve Akın (2019) tarafından yayımlanan bir derleme makalesinde, egzersizin iskelet kaslarından irisin salınımını artırarak beyaz yağ dokusunun kahverengi yağ dokusuna dönüşümünü teşvik ettiğini belirtmektedir.

İrisin ile ilgili olarak insanlarda ve farelerde gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda, serum irisin düzeylerinin yaşla ve osteoporozla ilgili önemli bir belirteç olabileceğini göstermektedir (Tsourdi ve diğerleri, 2022). Bunun yanı sıra fare modeli deneylerinde rekombinant irisin uygulamasının osteogenezi desteklediğini, osteositleri deksametazon kaynaklı apoptozdan koruduğunu, kullanılmama kaynaklı kemik ve kas kütlesi kaybını önlediği ve kırık iyileşmesine katkı sağladığı bildirilmiştir. Sekonder osteoporozlu bireylerde yapılan çalışmalar düşük serum irisin düzeyinin bu hastalıkta kemik mineral durumunun önemli bir belirteci olacağı, buna bağlı olarak kemik kalitesini ve metabolizmasını takip etmek için bir parametre olacağını düşündürmektedir (Lui ve diğerleri, 2021; Zerlotin ve diğerleri, 2022).

Colaïanni ve diğerlerinin (2014) yaptığı çalışmada irisinin osteoblast farklılaşmasını artırdığı ve osteoporotik kırıkları olan kadınlarda irisin düzeylerinin daha düşük olduğu saptanmıştır.

Zhang ve diğerlerinin (2014) yaptığı çalışmada, fare adipoz dokusunda irisin enjeksiyonunun, glukoz homeostazında iyileşme sağladığı rapor edilmiştir. Bu durum, insülin direnci olan farelerde metabolik düzelmeye katkı sağlamıştır.

İrisin, aktif yaşam ile pozitif ilişkilidir. Yüksek yoğunluklu fiziksel aktivite yüksek serum irisin düzeylerine neden olmaktadır. Bu da kemik metabolik özellikleri ile pozitif ilişkilidir (Lui ve diğerleri, 2021). Sedanter, fazla kilolu veya obez genç kadınlar üzerinde yapılan bir çalışmada, HIIT (yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman) seansları sonrasında iskelet kası irisin düzeylerinde belirgin bir değişiklik gözlemlenmiştir (Archundia- Herrera ve diğerleri, 2017).

İrisin, kullanılmayan osteositlerin azalmasını ve apoptozu önler (Storlino ve diğerleri 2019). Ayrıca osteoblastogenezi destekleyerek osteoblastik aktivitesini desteklemenin yanı sıra, irisin tedavisi sonucunda osteoklast aktivitesinin azaldığı da bildirilmiştir (Chen ve diğerleri, 2020; Zhang ve diğerleri, 2017).

İrisin nörodejeneratif hastalıklarda tedaviden ziyade önleme rolünde görev alabilir, anksiyolitik ve antidepresan etkileri vardır (Qi ve diğerleri, 2022). Alzheimer benzeri nörodejeneratif bozuklukların görüldüğü fare modellerinde irisin enjeksiyonunun beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) ekspresyonunu artırarak sinaptik plastisiteyi ve öğrenme

yetilerini geliştirdiğini göstermiştir (Lourenco ve diğerleri, 2019). Bu sonuçlar, irisinin merkezi sinir sistemi üzerinde doğrudan etkili olabileceğini ortaya koymuştur.

Mazur-Bialy ve diğerlerinin (2017) yaptığı çalışmada, fare makrofaj hücreleri kullanarak yapılan deneylerde irisinin liposakkarit ile indüklenen inflamatuvar yanıtta TNF- α ve interlökin 6 (IL-6) retimini baskıladığı, buna karşın interlökin 10 (IL-10) gibi antiinflamatuvar sitokinleri artırdığı gösterilmiştir. Bu sonuç irisinin sistemik inflamasyonun düzenlenmesinde rol oynayabileceğini göstermektedir.

Obez farelerde gerçekleştirilen bir çalışma irisin tedavisinin endotel fonksiyonunu iyileştirdiğini ve vazodilatör nitrik oksit (NO) retimini artırdığını göstermiştir. (Han ve diğerleri, 2015). Bu bulgular, irisinin vasküler disfonksiyona karşı koruyucu bir ajan olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yapılan alışmalar sonucunda egzersizle birlikte salınımı artan irisinin dolaşımdaki konsantrasyon düzeylerinin bireyin yaşına, cinsiyetine, hormonal dengesine bağlı olarak farklılık göstermektedir. İnsanlarda 0,01 ng/ml ile 2000 ng/ml arasında değişen aralıklarda saptanmıştır (Qi ve diğerleri, 2022). İrisin lm plazma veya serumda enzim bağlantılı immunosorbent analizleri (ELISA) veya FNDC5 mRNA ekspresyonu ile gerçekleştirilir (Sanchis-Gomar ve diğerleri, 2014).

Reza ve diğerleri (2017) yaptıkları çalışmada, yaşlı farelerde egzersiz sonrası irisin düzeylerinin artırılmasının, atrofiye uğramış kas liflerinde büyümeyi tetiklediğini ve atrofin-1 düzeylerini düşürdüğünü belirtmiştir. Bu da irisinin kas sağlığının korunmasında kritik rol oynayabileceğini işaret etmektedir.

Jandova ve diğerlerinin (2021) gerçekleştirdiği sistematik derlemede, uzun süreli fiziksel egzersizin irisin kan düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Toplamda 59 alışma değerlendirilmiş ve egzersizin irisin düzeylerini artırabileceği, ancak bireysel çalışmalar arasında önemli farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Özellikle sağlıklı yaşlı bireyler ve obez bireylerde egzersizin irisin düzeylerini artırdığı gözlemlenmiştir.

Torabi ve diğerlerinin (2024) yayımladığı sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, aerobik antrenman, dirençli antrenman, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) gibi farklı egzersiz türlerinin irisin düzeyleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Obez ve kilolu bireylerde yapılan çalışmalar incelenmiş ve HIIT'in irisin düzeylerinde en belirgin

artışı sağladığı bulunmuştur. Ancak, egzersizin etkinliği katılımcıların yaşına, cinsiyetine ve kilo durumuna göre değişiklik göstermektedir.

Bir derleme çalışmasında, fiziksel egzersizin irisin ve BDNF düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, egzersizin hem irisin hem de BDNF düzeylerini artırarak metabolik ve zihinsel sağlığı olumlu yönde etkileyebileceğini vurgulamaktadır (Villamil-Parra ve Moscoso-Loaiza, 2024).

Huh ve diğerleri (2012) tarafından yapılan bir araştırmaya göre kaslarda, perikard, rektum ve kalpte de irisin ekspresyonu bulunmaktadır. Ayrıca dişi bireylerde foliküler ve luteal evrelerde de serum irisin konsantrasyonları farklılık göstermiştir. Gebelik için yapılan çalışmalarda gebelik yaşı ile irisin konsantrasyonu arasında pozitif korelasyon olduğu ortaya konmuştur (Brown-Douglas ve diğerleri, 2006).

Brown-Douglas ve diğerleri (2006) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 41-82 yaş arası kadınlarda irisin düzeylerinin ilerleyen yaş ile birlikte azaldığı, bunun nedeninin yaştan artması ile birlikte değişen östrojen düzeyi ve beraberinde gelen sedanter yaşam olduğu bildirilmiştir.

2.6. Eritropoetin

Eritropoez; kemik iliği, dalak ve karaciğerdeki makrofajlar tarafından yaşlı kırmızı kan hücrelerinin yıkımını ifade eder. Kırmızı kan hücrelerinin yaklaşık %1'i her gün yenilenir ve yeni kırmızı kan hücrelerinin oluşumu için eritropoetin gereklidir (Jelkmann, 2011).

Eritropoetin (EPO), böbreklerde ve daha az oranda karaciğerde üretilen, kemik iliğindeki eritrosit progenitor hücrelerini uyaran ve eritrositler için sitokin görevi gören bir glikoprotein hormondur (Bulur ve diğerleri, 2012; İşlek ve Albayrak, 1993; Sgro ve diğerleri, 2018). Hematopoetin ya da hemopoetin olarak da adlandırılmaktadır. Eritropoetin %90'ı böbrek dış korteksinde bulunan peritübüler interstisyel hücreler tarafından üretilmektedir, küçük bir kısmı da karaciğer ve beyinde sentezlenmektedir (Robinson ve diğerleri, 2006). Eritrosit progenitor hücrelerinin proliferasyonunun ve farklılaşmasının kontrolünden sorumludur. Eritropoetin için ana uyaran hipoksidir (Jelkmann, 2011). Eritrosit sayısını ve buna bağlı olarak da kanın oksijenizasyonunu artırmada görevlidir (İşlek ve Albayrak, 1993).

Eritropoetin biyolojik etkisi, eritrosit üretiminin artırılmasıyla dokulara oksijen taşınmasını optimize etmesidir. Hipoksi-indüklenebilir faktör-1 α (HIF-1 α) aracılığıyla düşük oksijen düzeyleri eritropoetin gen ekspresyonunu artırır (Semenza, 2009). Eritropoetin yalnızca hematopoetik sistem üzerinde değil, aynı zamanda nöroprotektif, antiapoptotik ve anjiyojenik etkiler de göstererek beyindeki nöronların korunmasına katkı sağlar (Brines ve Cerami, 2005).

Eritropoetin memeli hücre kültüründe rekombinant DNA teknolojisi ile üretilerek tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Klinik olarak kronik böbrek yetmezliği sonucu gelişen eritropoetin eksikliğine bağlı anemi tedavisinde 1980'lerin sonlarından beri kullanılmaktadır. Eritropoetin temel sitoprotektif etkisinin iskemik/hipoksik dokuda apoptozisi inhibe etmek olduğu öne sürülmüştür (Bağla ve İçkin, 2012). Hipoksik şartlarda dokuların oksijen kullanım düzeyi azalarak anaerobik ve aerobik performans gelişimini sınırlandırmaktadır. Genetik avantajlar hipoksik şartlara uyumu kolaylaştırmaktadır. ACE geni II genotipliler (yüksek mitokondri sayısı, yüksek oksidatif enzim aktivitesi vb.) hipoksik şartlara daha kolay uyum sağlamaktadır (Kaya ve diğerleri, 2020).

Eritropoetin doğrudan ya da dolaylı olarak hücreleri koruyan pek çok farklı etki de göstermektedir. Bu nedenle eritropoetin genel doku koruyucu bir sitokin olarak değerlendirilmektedir (Bağla ve İçkin, 2012).

Kaslar çalışabilme yetenekleri için oksijen varlığına ihtiyaç duymaktadır. Kırmızı kan hücrelerindeki artış oksijen taşıma kapasitesini iyileştirir ve kaslara oksijen iletimini artırabilir. Artan kırmızı kan hücresi, hemoglobin ve hematokrit ile sonuçlanan eritropoetin tedavisi egzersiz kapasitesini yükseltir (Lavoie ve diğerleri, 1998). EPO'nun egzersiz fizyolojisi bağlamında da önemli etkileri bulunmaktadır. Uzun süreli egzersiz sırasında artan kas oksijen tüketimi hipoksi benzeri bir duruma neden olur ve bu durum endojen EPO üretimini artırabilir. Bu adaptif yanıt sayesinde oksijen taşıma kapasitesi artar (Lundby ve Robach, 2015).

Yapılan çalışmaların çoğunda çeşitli türler, süreler ve egzersiz süreleri denenmiş ve dolaşımdaki eritropoetin konsantrasyonlarındaki artışlar tek başına egzersiz ile ilişkili bulunmamıştır, ancak egzersiz ile birlikte hipoksiye neden olan bir durum ortaya çıktığında dolaşımdaki EPO konsantrasyonları anlamlı düzeyde artmıştır (Baker ve Parise, 2016).

Jaussaud ve diğerleri (1994) tarafından yapılan çalışmada atlarda eritropoetin referans aralığının 0 ile 9 mIU/ml olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada 4 ata rekombinant insan eritropoetini enjeksiyonu yapılmış ve enjeksiyonu takiben 6 ile 9 saat arasında pik plazma

konsantrasyonu (30-113 mIU/ml) gözlemlenmiştir. Eritropoetin konsantrasyonları enjeksiyondan 60 saat sonra referans aralıklara inmiş ve sabit kalmıştır.

Eritropoetin osteojenik ve anjiyojenik etkileri, kemik iyileşmesini destekleyebileceğini göstermektedir. Vaseliva ve diğerleri (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, femur kırığı olan kedilerde rekominant insan eritropoetininin (rhEPO), kemik oluşum belirteçlerinin artırarak iyileşmeyi hızlandırdığı ve kemik iyileşmesinde eritropoetin potansiyel bir rolü olduğu ortaya konulmuştur.

Eritropoetin nöroprotektif özellikleri, periferik sinir yaralanmalarının tedavisinde de araştırılmıştır. Alsayed ve diğerleri (2025), tibial sinir onarımı yapılan köpeklerde sistemik ve lokal eritropoetin uygulamasının, sinir iyileşmesini hızlandırdığını ve fonksiyonel iyileşmeyi artırdığını göstermiştir.

Hayvanlarda eritropoetin kullanımı, sadece anemi tedavisiyle sınırlı kalmayıp, kemik iyileşmesi, sinir rejenerasyonu ve gen terapisi gibi birçok alanda potansiyel uygulamalara sahiptir. Ancak, tür-spesifik yanıtlar ve immun reaksiyonlar göz önünde bulundurularak, daha fazla araştırma ve klinik çalışma gerekmektedir.

Bu çalışma, Türkiye’de gerçekleştirilen yarışlarda İngiliz ve Arap atlarının yarış performansı yanı sıra serum miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeyleri üzerine ırk, yaş, cinsiyet, ana yaşı, mevsim, pist tipi ve pist uzunluğunun etkisinin belirlenmesi amacıyla yönelik olarak yapılmıştır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

Araştırma projesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'na sunulmuş ve çalışma gerekli onayın (2021 yılı X. oturum, 64583101/2021/149 sayılı ve 27/10/2021 tarihli karar, EK-1) alınmasının ardından gerçekleştirilmiş olup, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Kodu: VTF-22003).

Araştırmada elde edilen verilerin toplanıp değerlendirilmesinde Türkiye Jokey Kulübü İzmir At Hastanesi'nin laboratuvarı ile Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı laboratuvar olanakları kullanılmıştır. Ayrıca kanları alınan atların, kan alındıktan sonraki ilk yarışlarına ait bilgiler Türkiye Jokey Kulübü internet sitesinden (www.tjk.org) edinilmiştir.

3.1.1. Hayvan Materyali

Çalışma materyalini İzmir ili Buca ilçesinde bulunan Şirinyer Hipodromu'nda yarışan 176 baş yarış atı (88 İngiliz atı ve 88 Arap atı) oluşturmuştur. Her iki at ırkından toplamda 88 baş dişi yarış atı 88 baş da erkek yarış atı rastgele örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma materyalini oluşturan atların ırk ve cinsiyet dağılımları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan atların cinsiyet ve ırka göre dağılımı.

Cinsiyet	İngiliz Atı	Arap Atı	TOPLAM
Dişi	44	42	86
Erkek	44	46	90
Toplam	88	88	176

3.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan yarış atlarından kan alınması için yıl boyunca haftada bir kez Türkiye Jokey Kulübü İzmir At Hastanesi ziyaret edilmiş ve o hafta yarışacak olan atların belirlenmesinin ardından kan numuneleri alınmıştır. Ziyaretler yıl boyu gerçekleşmiş olup, alınan kan örneklerinin mevsimlere göre dağılımı Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Kan örneği alınan atların mevsimlere göre dağılımı.

Mevsim	İngiliz Atı		Arap Atı		Toplam
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	
Kış	11	11	9	13	44
İlkbahar	11	11	11	11	44
Yaz	11	11	11	11	44
Sonbahar	11	11	11	11	44
Toplam	44	44	42	46	176

3.2.1. Örneklerin Alınması ve İşlenmesi

Kan örnekleri elde edilirken; yarış öncesinde İzmir At Hastanesi’ne rutin kontrollerinin yapılması için getirilen yarış atlarının *Vena jugularis*’lerinden asepsi ve antiepsi kuralları çerçevesinde vacutainer iğneler yardımı ile 10 ml’lik antikoagülsüz tüplere (Vacusera CAT Serum Clot Activator, Disera, Türkiye) alınmıştır.

ELISA analizleri için antikoagülsüz steril tüplere alınan kan numuneleri oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu noktada İzmir At Hastanesi laboratuvarında bulunan santrifüj cihazından (Nuve, NF1200) yararlanılmıştır. Santrifüj işleminin bitmesinin ardından elde edilen serumlar 1,5 ml’lik

ependorf tüplere aktarılmış ve kuru buz içerisinde Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalına getirilmiş ve analiz gününe kadar – 80 °C’de korunmuştur.

3.2.2. Laboratuvar Analizlerinin Gerçekleştirilmesi

Serum miyostatin, eritropoetin ve irisin konsantrasyonları ticari ELISA kitleri ile ölçülmüştür. Analizler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

– 80 °C’de korunan serum örnekleri analizden bir gün önce + 4 °C’de çözündürülmüştür.

Serum miyostatin, eritropoetin ve irisin konsantrasyonları ölçümleri at için tür-spesifik ELISA kitleri (BT LAB, Cat No E0120HO, E0116HO, E0093HO) kullanılarak ölçülmüştür.

Laboratuvarda serum numuneleri üretici firmanın kit prosedürü doğrultusunda, double-antikor sandviç ELISA tekniği ile çalışılmış ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı’nda bulunan plate reader kullanılarak spektrofotometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Yarış Performansına İlişkin Verilerin İşlenmesi

Araştırmada kullanılan atların yarış performanslarının belirlenebilmesi için kan örneğinin alınımı takip eden altı gün içindeki yarış bilgileri (pist tipi, pist uzunluğu, yarış tipi, yarış grubu) ve resmi yarış sonuçları (bitirme süresi, derecesi) Türkiye Jokey Kulübü internet sitesi adresinden (www.tjk.org) takip edilmiştir.

İlgili atın koştuğu pist mesafesi ve bitirme süresi kayıtlara bakılarak, $yol (x) = hız (v) \times zaman (t)$ denklemi baz alınarak $pist\ uzunluğu (m) = hız \times bitirme\ süresi (s)$ denklemi elde edilmiştir. Hızı elde edebilmek için eşitliğin her iki tarafı bitirme süresine bölünmüş ve atın o yarıştaki hızı m/s cinsinden belirlenmiştir.

Tüm bu verilerin yanı sıra ilgili ata ait ırk, yaş, cinsiyet, ana yaşı, baba yaşı ve ananın kaçınıcı yavrusu olduğu gibi tüm bilgilere de Türkiye Jokey Kulübü (www.tjk.org) ve Yüksek Komiserler Kurulu (www.ykk.gov.tr) adreslerinden ulaşılmıştır.

3.2.4. İstatistiksel Analizler

Çalışma öncesi örneklem sayısını belirlemek için Gpower® (Faul ve diğerleri, 2007) istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Orta etki büyüklüğünde, tip I hata (α) değeri 0,05 ve istatistiksel güç ($1-\beta$) değeri 0,80 olarak alındığında; yapılacak istatistiksel analizler için örneklem sayısının iki bağımsız grup ortalamalarının karşılaştırmasında kullanılan hipotez testleri için en az 172, ikiden fazla bağımsız grup ortalamalarının karşılaştırmasında kullanılan hipotez testleri için en az 180 olması gerektiği belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS® 29.0 for Windows (Statistical Package for the Social Sciences 29 SPSS, IBM, NY, USA) istatistik yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında kategorik olarak ele alınan faktörler; ırk (İngiliz at ırkı, Arap at ırkı), cinsiyet (dişi, erkek), ana yaşı (8 yaş ve altı, 8 yaş üstü), yarış derecesi (sıralamada ilk üç dereceye giren atlar, sıralamada ilk üç dereceye giremeyen atlar), pist tipi (çim pist, kum pist), pist uzunluğu (1600 m ve altı, 1600 m üzeri), mevsim (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış) ve yarış yaşı (2 yaşlı İngiliz atlar, 3 yaşlı İngiliz atlar, 3 ve üzeri yaşlı İngiliz atlar, 3 yaşlı Arap atlar, 4 yaşlı Arap atlar, 4 yaş ve üzeri yaşlı Arap atlar) olarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında saptanan hız (m/s), miyostatin (ng/ml), irisin ($\mu\text{g/ml}$) ve eritropoetin (mIU/ml) değişkenlerinin hem genel hem de kategorik veriler bazında normal dağılıma uygunluğu histogram ve olasılık grafikleri ile görsel, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile analitik olarak belirlenmiştir. Veriler analiz edilmeden önce tanımlayıcı istatistikler ve kutu grafikleri (boxplot) kullanılarak ± 3 standart sapmanın dışında kalan değerler aşırı değer olarak kabul edilmiş ve analiz öncesinde Winsorizasyon yöntemi (Wilcox, 2003) ile en yakın sınır değerine dönüştürülmüştür. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart hata (SH) değerleri kullanılarak sunulmuştur. Çalışmanın yokluk hipotezleri (H_0) hız, miyostatin, irisin ve eritropoetin değişkenlerinin her birinin ırk, cinsiyet, ana yaşı, yarış derecesi, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktör düzeyleri bakımından fark yoktur olarak, alternatif hipotezleri (H_1) ise hız, miyostatin, irisin ve eritropoetin değişkenlerinin her birinin ırk, cinsiyet, ana yaşı, yarış derecesi, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktör düzeyleri bakımından fark vardır olarak öngörülmüştür. Faktör düzey ortalamaları arasında fark olup olmadığı genel doğrusal model yöntemiyle saptanmış, iki kategorili faktörler Student t testi ile ikiden fazla kategorili faktörler tek yönlü varyans analizi ile belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırmalarda tip-I hata riskini azaltmak amacıyla ortalama değerlere Bonferroni

düzeltilmesi uygulanmıştır (Hayran ve Hayran, 2011). Varyansların homojenliği *Levene testi* ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda grup ortalamaları arasında aralarında anlamlı fark bulunduğu durumlarda farkın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığını belirlemek için *post hoc Scheffe testi* kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren ana yaşı, at yaşı, hız, miyostatin, irisin ve eritropoetin ortalamaları arasındaki bağıntı ve istatistiksel anlamlılık düzeyi *Pearson* korelasyon analizi ile hesaplanmıştır. Korelasyon katsayıları 0,05-0,29 “önemsiz”, 0,30-0,39 “düşük”, 0,40-0,59 “orta”, 0,60-0,69 “iyi”, 0,70-0,79 “çok iyi”, 0,80-1,00 arası değerler “mükemmel” ilişkili olarak değerlendirilmiştir (Hayran ve Hayran, 2011). Tip-I hata düzey değerinin (P) 0,05’in altında saptandığı durumlar istatistiksel anlamlı sonuçlar olarak değerlendirilmiştir (Özdamar, 2015).

4. BULGULAR

4.1. Örneklem Özellikleri

Bu çalışma kapsamında yarış hayatı devam eden toplam 176 yarış atı değerlendirilmiştir. Irksal dağılıma göre örneklemin %50'sini (n=88) İngiliz atları, %50'sini Arap atları (n=88) oluşturmuştur. Cinsiyete göre incelendiğinde, bireylerin %51,1'i erkek (n=90), %48,9'u dişi (n=86) olarak belirlenmiştir.

Atların yaşları 2 ile 9 yıl arasında değişmekte olup, ortalama yaş 3,69 olarak hesaplanmıştır. Yarış yapılan pist tipi açısından bakıldığında, atların %59,7'sinin (n=105) kum pistte, %40,3'ünün (n=71) çim pistte yarıştığı tespit edilmiştir. Performans durumu dikkate alındığında, atların 91'inin (%51,7) yarışlarda dereceye girdiği (ilk beş at), 85'inin (%48,3) dereceye giremediği saptanmıştır.

Bireylerin ebeveyn yaşları da çalışmada dikkate alınan değişkenler arasında yer almıştır. Kısırak yaşı 5 ile 23 yıl arasında değişmekte olup, ortalama ana yaşı $10,00 \pm 0,294$ olarak bulunmuştur. Aygır yaşları ise 6 ile 26 yıl aralığında değişmekte olup, ortalama baba yaşı $14,32 \pm 0,334$ olarak hesaplanmıştır.

Atların donları incelendiğinde, bireylerin %41,5'i doru (n=73), %35,8'i al (n=63), %22,7'si ise kır (n=40) renkte oldukları gözlenmiştir.

Tüm bireylere ait veriler incelenmiş ve ortalama hız 14,86 m/s olarak tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonunda elde edilen konsantrasyon düzeyleri değerlendirilmiş; miyostatin, irisin ve eritropoetine ait ortalama değerler sırasıyla 65,54 ng/ml, 2,25 µg/ml ve 1,80 mIU/ml olarak saptanmıştır. Hız, miyostatin, irisin ve eritropoetine ait ortalama±standart hata düzeyleri ve %95 güven aralığına ait alt ve üst sınırlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Yarış performansı, miyostatin, irisin ve eritropoetin ortalama düzeyleri. (n=176)

	Ortalama±SH	%95 Güven aralığı (Alt sınır-Üst sınır)
Yarış performansı (m/s)	14,86±0,074	14,71-15,00
MSTN (ng/ml)	65,54±1,836	61,91-69,16
İrisin (µg/ml)	2,25±0,076	2,09-2,39
EPO (mIU/ml)	1,80±0,059	1,68-1,91

Yapılan *Pearson* korelasyon analizi sonucunda bazı değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ($P<0,05$). Atın yaşı ile yarış hızı arasında negatif yönlü, zayıf düzeyde ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r=-0,257$; $P=0,001$). Benzer şekilde, yaş ile irisin düzeyi arasında da negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=-0,165$; $P=0,029$). Hız ile miyostatin düzeyi arasında pozitif yönlü ve zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki gözlenmiştir ($r=0,192$; $P=0,011$). Ayrıca, miyostatin ile irisin arasında orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,400$; $P<0,001$), miyostatin ile eritropoetin arasında zayıf-orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki ($r=0,296$; $P<0,001$), irisin ile eritropoetin düzeyleri arasında ise orta düzeyde ve anlamlı pozitif bir ilişki ($r=0,491$; $P<0,001$) saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Ana yaşı, atın yaşı, yarış performansı, miyostatin, irisin ve eritropoetin değerleri arasındaki ilişki (n=176).

	Ana yaşı		Yaş		Yarış performansı		MSTN		İrisin	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
Yaş	0,018	0,810								
Yarış performansı	-0,102	0,176	-0,257	0,001						
MSTN	0,060	0,433	-0,095	0,209	0,192	0,011				
İrisin	-0,005	0,950	-0,165	0,029	0,117	0,122	0,400	0,000		
EPO	0,032	0,671	-0,057	0,449	0,009	0,908	0,296	0,000	0,491	0,000

Çalışmada yarış atlarının hız değerleri ve miyostatin, irisin, eritropoetin düzeyleri ırk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı yönünden karşılaştırılmıştır.

4.2. Yarış Performansı Değişkenine Ait Bulgular

Araştırmada atların yarış performansı değerleri, ırk, cinsiyet, ana yaşı, yarış derecesi, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim değişkenlerine göre karşılaştırılmıştır (Tablo 7).

Bulgular ırk değişkenine göre değerlendirildiğinde, İngiliz atlarının ortalama hız değeri $15,580 \pm 0,055$ m/s olup, bu değer Arap atlarının ortalaması olan $14,121 \pm 0,056$ m/s'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($P < 0,001$).

Cinsiyet değişkeni açısından yapılan karşılaştırmada, dişi atların ortalama hız değeri $14,840 \pm 0,056$ m/s, erkek atların ise $14,922 \pm 0,054$ m/s olarak hesaplanmıştır. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P = 0,300$).

Ana yaşı dikkate alındığında, 8 yaş altı kısıraklardan doğan tayların ortalama hız değeri $14,960 \pm 0,059$ m/s iken, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan taylarda bu değer $14,823 \pm 0,052$ m/s olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P = 0,086$).

Yarış derecesi değişkenine göre yapılan analizde, dereceye giren atların ortalama hızları $15,175 \pm 0,055$ m/s olarak belirlenmiş olup, dereceye giremeyen atlara ait ortalama değer $14,610 \pm 0,055$ m/s'ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,001$).

Pist tipi değişkenine göre çim pistte yarışan atların ortalama hız değeri $15,290 \pm 0,061$ m/s, kum pistte yarışanların ise $14,599 \pm 0,051$ m/s'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,001$).

Pist uzunluğu açısından yapılan değerlendirmede, 1600 metre ve altı mesafelerde yarışan atların ortalama hızı $14,929 \pm 0,047$ m/s iken, 1600 metre üzerindeki yarışlarda bu değer $14,798 \pm 0,071$ m/s olarak hesaplanmıştır. Ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P = 0,127$).

Mevsim değişkenine göre yapılan analizde, yarışan atların ortalama hızları kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla; $14,739 \pm 0,079$ m/s, $14,752 \pm 0,078$ m/s, $15,096 \pm 0,075$

m/s ve $15,114 \pm 0,078$ m/s olarak bulunmuştur. Mevsimler arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P= 0,715$).

Yarış yaşı ile ortalama hız arasındaki ilişki incelendiğinde hem İngiliz hem de Arap atlarında yaş gruplarına göre farklı hız ortalamaları elde edilmiştir. İngiliz atlarında, 2 yaşlı bireyler $15,952 \pm 0,190$ m/s, 3 yaşlılar $15,616 \pm 0,101$ m/s ve 3 yaş üzeri olanlar ise $15,386 \pm 0,115$ m/s ortalama hızla yarışmışlardır. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da hızın yaşla birlikte azaldığı gözlemlenmiştir. Arap atlarında ise 3 yaşlı bireyler $14,283 \pm 0,115$ m/s, 4 yaşlılar $14,059 \pm 0,111$ m/s ve 4 yaş üzeri olanlar $14,075 \pm 0,147$ m/s hızla yarışmış olup, bu gruplar da istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmamıştır. Ancak, İngiliz ve Arap atları arasındaki karşılaştırmada, her iki grubun ortalama hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır ($P<0,001$).

Tablo 7. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait genel ortalamalar (m/s).

Faktör	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Irk	İngiliz	88	15,580±0,055	15,472-15,689	<0,001
	Arap	88	14,121±0,056	14,009-14,233	
Cinsiyet	Dişi	86	14,840±0,056	14,728-14,952	0,300
	Erkek	90	14,922±0,054	14,813-15,030	
Ana Yaşı	8 yaş ve altı	72	14,960±0,059	14,842-15,078	0,086
	8 yaş üstü	104	14,823±0,052	14,719-14,926	
Derece	Dereceye giren	91	15,175±0,055	15,064-15,285	<0,001
	Dereceye giremeyen	85	14,610±0,055	14,500-14,719	
Pist Tipi	Çim	71	15,290±0,061	15,167-15,412	<0,001
	Kum	105	14,599±0,051	14,498-14,700	
Pist Uzunluğu	1600 m ve altı	125	14,929±0,047	14,836-15,022	0,127
	1600 m üstü	51	14,798±0,071	14,657-14,939	
Mevsim	Kış	44	14,379±0,079	14,221-14,537	0,715
	İlkbahar	44	14,752±0,078	14,597-14,908	
	Yaz	44	15,096±0,075	14,947-15,246	
	Sonbahar	44	15,114±0,078	14,959-15,270	
Yarış Yaşı	2 yaşlı İngiliz	12	15,952±0,190 ^a	15,577-16,328	<0,001
	3 yaşlı İngiliz	43	15,616±0,101 ^a	15,418-15,815	
	3 yaş üzeri İngiliz	33	15,386±0,115 ^a	15,159-15,613	
	3 yaşlı Arap	33	14,283±0,115 ^b	14,056-14,510	
	4 yaşlı Arap	35	14,059±0,111 ^b	13,840-14,280	
	4 yaş üzeri Arap	20	14,075±0,147 ^b	13,784-14,366	

a, b: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0,05).

4.2.1. İngiliz ve Arap Atlarında Yarış Performansı Değişkenine Ait Bulgular

İngiliz ve Arap atlarında ırk, cinsiyet, ana yaşı, yarış derecesi, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait bulgular Tablo 8’de verilmiştir.

Cinsiyet değişkenine göre yapılan değerlendirmede, İngiliz atlarında dişi bireylerin ortalama hız değeri 15,561±0,077 m/s, erkeklerin ise 15,598±0,077 m/s olarak belirlenmiştir.

Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,695$). Arap atlarında ise dişi atların ortalama hızı $13,994\pm0,081$ m/s, erkeklerin ise $14,222\pm0,077$ m/s olarak belirlenmiş, bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,073$).

Ana yaşı açısından incelendiğinde, İngiliz atlarında 8 yaş ve altı kısıraklardan doğan tayların ortalama hız değeri $15,580\pm0,081$ m/s iken, 8 yaş üstü kısıraklardan doğanlarda bu değer $15,581\pm0,074$ m/s'dir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,997$). Arap atlarında ise genç kısıraklardan doğan tayların ortalama hızı $14,259\pm0,087$ m/s, yaşça büyük kısıraklardan doğanların ise $14,012\pm0,073$ m/s olarak hesaplanmış ve fark istatistiksel olarak anlamlı sınırına yakın bulunmuştur ($P=0,057$).

Derece durumu bakımından hem İngiliz hem de Arap atlarında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Dereceye giren İngiliz atlarının ortalama hızı $15,882\pm0,077$ m/s olup, dereceye giremeyenlerin ortalama değeri $15,290\pm0,077$ m/s'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,001$). Benzer şekilde Arap atlarında dereceye girenlerin ortalaması $14,383\pm0,079$ m/s, dereceye giremeyenlerin ise $13,879\pm0,079$ m/s olup, bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$).

Pist tipi değişkenine göre incelendiğinde, çim pistte yarışan İngiliz atlarının ortalama hızı $16,036\pm0,096$ m/s, kum pistte yarışanların ise $15,162\pm0,082$ m/s'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,001$). Arap atlarında da benzer şekilde, çim pistte yarışanların ortalama hızı $14,455\pm0,103$ m/s iken, kum pistte yarışanlar için bu değer $13,910\pm0,114$ m/s olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$).

Pist uzunluğu açısından değerlendirildiğinde, 1600 m ve altı mesafede yarışan İngiliz atlarının ortalama hızı $15,730\pm0,075$ m/s, 1600 m üzerindeki yarışlarda ise $15,300\pm0,097$ m/s'dir ve aradaki fark anlamlıdır ($P=0,001$). Arap atlarında da benzer bir eğilim gözlenmiştir; kısa mesafede ortalama hız $14,238\pm0,072$ m/s iken uzun mesafede bu değer $13,982\pm0,153$ m/s'dir, ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,129$).

Mevsimsel değişim açısından, İngiliz atlarında mevsimlere göre hız değerleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $14,918\pm0,122$ m/s, $15,349\pm0,123$ m/s, $15,755\pm0,122$ m/s ve $15,644\pm0,119$ m/s olarak bulunmuştur. Mevsimler arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ($P=0,377$). Arap atlarında ise kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $13,854\pm0,109$ m/s, $14,157\pm0,169$ m/s, $14,239\pm0,133$ m/s ve $14,086\pm0,186$ m/s değerleri elde edilmiş olup, bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,646$).

Yarış yaşı ile ortalama hız arasındaki ilişki ırklara göre ayrı ayrı değerlendirildiğinde, İngiliz atlarında yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($P= 0,043$). Bu ırkta, 2 yaşlı bireyler $15,953\pm0,194$ m/s ile en yüksek ortalama hıza ulaşırken, 3 yaşlılar $15,616\pm0,103$ m/s ve 3 yaş üzeri bireyler $15,386\pm0,117$ m/s hıza ulaşmıştır. 2 yaşlı İngilizler ile 3 yaş üzeri İngilizler arasında fark olduğunu, 3 yaşındaki İngilizlerin ise ara değer taşıdığını ve her iki gruptan istatistiksel olarak anlamlı biçimde ayrılmadığını göstermektedir.

Arap atlarında ise yaş gruplarına göre ortalama hızlar 3 yaşlılarda $14,283\pm0,113$ m/s, 4 yaşlılarda $14,060\pm0,109$ m/s ve 4 yaş üzeri bireylerde $14,075\pm0,145$ m/s olarak hesaplanmıştır. Ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P= 0,314$).

Tablo 8. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait ortalamalar (m/s).

Faktör	İrk	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Cinsiyet	İngiliz	Dişi	44	15,561±0,077	15,407-15,715	0,695
		Erkek	44	15,598±0,077	15,445-15,752	
	Arap	Dişi	42	13,994±0,081	13,832-14,157	0,073
		Erkek	46	14,222±0,077	14,068-14,375	
Ana Yaşı	İngiliz	8 yaş ve altı	38	15,580±0,081	15,418-15,742	0,997
		8 yaş üstü	50	15,581±0,074	15,433-15,728	
	Arap	8 yaş ve altı	34	14,259±0,087	14,086-14,432	0,057
		8 yaş üstü	54	14,012±0,073	13,866-14,158	
Derece	İngiliz	Dereceye giren	46	15,882±0,077	15,727-16,036	<0,001
		Dereceye giremeyen	42	15,290±0,077	15,136-15,443	
	Arap	Dereceye giren	45	14,383±0,079	14,224-14,541	<0,001
		Dereceye giremeyen	43	13,879±0,079	13,722-14,036	
Pist Tipi	İngiliz	Çim	34	16,036±0,096	15,846-16,225	<0,001
		Kum	54	15,162±0,082	15,000-15,325	
	Arap	Çim	37	14,455±0,103	14,251-14,659	<0,001
		Kum	51	13,910±0,114	13,685-14,135	
Pist Uzunluğu	İngiliz	1600 m ve altı	59	15,730±0,075	15,582-15,878	0,001
		1600 m üstü	29	15,300±0,097	15,108-15,492	
	Arap	1600 m ve altı	66	14,238±0,072	14,095-14,380	0,129
		1600 m üstü	22	13,982±0,153	13,679-14,284	
Mevsim	İngiliz	Kış	22	14,918±0,122	14,677-15,158	0,377
		İlkbahar	22	15,349±0,123	15,106-15,592	
		Yaz	22	15,755±0,122	15,514-15,996	
		Sonbahar	22	15,644±0,119	15,408-15,880	
	Arap	Kış	22	13,854±0,109	13,639-14,069	0,646
		İlkbahar	22	14,157±0,169	13,823-14,492	
		Yaz	22	14,239±0,133	13,977-14,501	
		Sonbahar	22	14,086±0,186	13,719-14,453	
Yarış Yaşı	İngiliz	2 yaşlı İngiliz	12	15,953±0,194 ^a	15,567-16,338	0,043
		3 yaşlı İngiliz	43	15,616±0,103 ^{ab}	15,412-15,820	
		3 yaş üzeri İngiliz	33	15,386±0,117 ^b	15,153-15,619	
	Arap	3 yaşlı Arap	33	14,283±0,113	14,059-14,507	0,314
		4 yaşlı Arap	35	14,060±0,109	13,842-14,277	
		4 yaş üzeri Arap	20	14,075±0,145	13,788-14,362	

a, b: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0,05)

4.2.2. Dişi ve Erkek Atlarda Yarış Performansı Değişkenine Ait Bulgular

Dişi ve erkek atlarda farklı faktörlere göre yarış performansı değişkenine ait bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

İrk değişkenine göre, dişi İngiliz atlarının ortalama hız değeri 15,561±0,081 m/s iken dişi Arap atlarının ortalama hızı 13,994±0,086 m/s olarak bulunmuştur. Aynı şekilde erkek İngiliz atlarının ortalama hızı 15,598±0,072 m/s, erkek Arap atlarının hız ortalaması ise 14,222±0,072

m/s'dir. Her iki cinsiyet için de İngiliz atlarının hız değerleri daha yüksektir ve gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$).

Ana yaşı bakımından değerlendirildiğinde, dişi taylarda 8 yaş ve altı kısıraklardan doğanların ortalama hız değeri $15,013\pm0,098$ m/s, 8 yaş üstü kısıraklardan doğanların hız değeri ortalaması ise $14,713\pm0,073$ m/s olarak hesaplanmıştır. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P=0,014$). Erkek taylarda ise 8 yaş ve altındaki kısıraklardan doğanların hız değerleri ortalaması $14,911\pm0,072$ m/s, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan tayların hız değeri ortalamaları $14,932\pm0,072$ m/s olarak saptanmış olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,835$).

Dişi atlarda dereceye giren bireylerde ortalama hız $15,143\pm0,087$ m/s ve dereceye giremeyenlerin hız ortalamaları $14,561\pm0,081$ m/s olarak saptanmıştır. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,001$). Erkek atlarda dereceye giren bireylerin hız ortalamaları $15,201\pm0,070$ m/s iken dereceye giremeyen bireylerin hız ortalaması $14,652\pm0,073$ m/s'dir ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$).

Pist tipi değişkeni değerlendirildiğinde, çim pistte yarışan dişi atların ortalama hız değeri $15,358\pm0,088$ m/s, kum pistte yarışanlarınki $14,465\pm0,079$ m/s'dir ($P<0,001$). Erkek atlarda ise çim pistte ortalama hız $15,229\pm0,083$ m/s, kum pistte ise $14,711\pm0,064$ m/s olarak bulunmuştur ($P<0,001$). Her iki grupta da çim pistte yarışan atların anlamlı şekilde daha yüksek hız sergilediği görülmektedir.

Pist uzunluğu bakımından, dişi atlarda 1600 m ve altındaki yarışlarda ortalama hız $14,913\pm0,070$ m/s iken, 1600 m üzerindeki yarışlarda bu değer $14,671\pm0,110$ m/s'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,071$). Erkek atlarda ise kısa mesafelerde ortalama hız $14,944\pm0,061$ m/s, uzun mesafelerde $14,884\pm0,089$ m/s olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,587$).

Mevsim değişkenine göre değerlendirildiğinde, dişi atların hız ortalamaları kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $14,298\pm0,120$ m/s, $14,766\pm0,116$ m/s, $15,122\pm0,113$ m/s ve $15,019\pm0,121$ m/s olarak ölçülmüştür. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,722$). Erkek atlarda ise hız ortalamaları kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla $14,460\pm0,103$ m/s, $14,739\pm0,103$ m/s, $15,075\pm0,097$ m/s ve $15,182\pm0,098$ m/s olarak saptanmıştır. Bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,527$).

Yarış yaşı ile ortalama hız arasındaki ilişki cinsiyet ve ırk faktörleri dikkate alınarak değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların yalnızca dişi İngiliz atlarında ortaya çıktığı belirlenmiştir ($P=0,026$). Bu grupta 2 yaşlı dişiler $15,930\pm0,271$ m/s hız ile en yüksek değeri göstermiştir. 3 yaşlı dişi bireyler $15,635\pm0,125$ m/s ve 3 yaş üzeri bireyler ise $15,056\pm0,210$ m/s hızla en düşük değeri göstermiştir. Bu sonuçlar, dişi İngiliz atlarında yaş ilerledikçe ortalama yarış hızının anlamlı şekilde azaldığını göstermektedir.

Dişi Arap atlarında ise 3 yaşlılar $14,253\pm0,156$ m/s, 4 yaşlılar $13,799\pm0,173$ m/s ve 4 yaş üzeri bireyler $13,987\pm0,357$ m/s hıza ulaşmış; ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,161$). Erkek bireylerde de benzer şekilde hem İngiliz hem de Arap atlarında yaş gruplarına göre hız ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (İngiliz: $P=0,360$; Arap: $P=0,443$). Erkek İngiliz atlarında ortalama hız değerleri 2 yaşlı bireylerde $15,975\pm0,276$ m/s, 3 yaşlı bireylerde $15,581\pm0,175$ m/s ve 3 yaş üzeri bireylerde $15,530\pm0,141$ m/s olarak ölçülmüştür ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,360$). Arap erkeklerde ortalama hız değerleri 2 yaş, 3 yaş ve 3 üzeri yaş grubu için sırasıyla $14,336\pm0,161$ m/s, $14,306\pm0,131$ m/s ve $14,097\pm0,139$ m/s olarak kaydedilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,443$).

Tablo 9. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre yarış performansı değişkenine ait ortalamalar (m/s).

Faktör	Cinsiyet	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
İrk	Dişi	İngiliz	44	15,561±0,081	15,396-15,726	<0,001
		Arap	42	13,994±0,086	13,820-14,168	
	Erkek	İngiliz	44	15,598±0,072	15,452-15,745	<0,001
		Arap	46	14,222±0,072	14,075-14,368	
Ana Yaşı	Dişi	8 yaş ve altı	29	15,031±0,098	14,832-15,230	0,014
		8 yaş üstü	57	14,713±0,073	14,564-14,862	
	Erkek	8 yaş ve altı	43	14,911±0,072	14,765-15,057	0,835
		8 yaş üstü	47	14,932±0,072	14,785-15,079	
Derece	Dişi	Dereceye giren	40	15,143±0,087	14,967-15,319	<0,001
		Dereceye giremeyen	46	14,561±0,081	14,397-14,724	
	Erkek	Dereceye giren	51	15,201±0,070	15,058-15,344	<0,001
		Dereceye giremeyen	39	14,652±0,073	14,502-14,802	
Pist Tipi	Dişi	Çim	40	15,358±0,088	15,180-15,537	<0,001
		Kum	46	14,465±0,079	14,304-14,626	
	Erkek	Çim	31	15,229±0,083	15,060-15,399	<0,001
		Kum	59	14,711±0,064	14,580-14,841	
Pist Uzunluğu	Dişi	1600 m ve altı	63	14,913±0,070	14,771-15,055	0,071
		1600 m üstü	23	14,671±0,110	14,448-14,893	
	Erkek	1600 m ve altı	62	14,944±0,061	14,819-15,069	0,587
		1600 m üstü	28	14,884±0,089	14,702-15,066	
Mevsim	Dişi	Kış	20	14,298±0,120	14,054-14,542	0,722
		İlkbahar	22	14,766±0,116	14,531-15,001	
		Yaz	22	15,122±0,113	14,892-15,353	
		Sonbahar	22	15,019±0,121	14,774-15,264	
	Erkek	Kış	24	14,460±0,103	14,250-14,669	0,527
		İlkbahar	22	14,739±0,103	14,529-14,950	
		Yaz	22	15,075±0,097	14,876-15,273	
		Sonbahar	22	15,182±0,098	14,981-15,382	
Yarış Yaşı	Dişi	2 yaşlı İngiliz	6	15,930±0,271 ^a	15,383-16,477	0,026
		3 yaşlı İngiliz	28	15,635±0,125 ^{ab}	15,382-15,888	
		3 yaş üzeri İngiliz	10	15,056±0,210 ^b	14,632-15,480	
		3 yaşlı Arap	21	14,253±0,156	13,938-14,568	
		4 yaşlı Arap	17	13,799±0,173	13,450-14,149	
		4 yaş üzeri Arap	4	13,987±0,357	13,266-14,709	
	Erkek	2 yaşlı İngiliz	6	15,975±0,276	15,417-16,533	0,360
		3 yaşlı İngiliz	15	15,581±0,175	15,229-15,934	
		3 yaş üzeri İngiliz	23	15,530±0,141	15,245-15,814	
		3 yaşlı Arap	12	14,336±0,161	14,011-14,660	
		4 yaşlı Arap	18	14,306±0,131	14,041-14,570	
		4 yaş üzeri Arap	16	14,097±0,139	13,816-14,378	

a, b: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0,05).

4.3. Miyostatin Değişkenine Ait Bulgular

Araştırmada atların miyostatin düzeyleri; ırk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim gibi faktörler açısından karşılaştırılmış, bulgular Tablo 10'da verilmiştir.

İrk değişkenine göre değerlendirildiğinde, İngiliz atlarının ortalama miyostatin düzeyi $68,426 \pm 2,476$ ng/ml, Arap atlarının ise $61,523 \pm 2,544$ ng/ml olarak bulunmuştur. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,056$).

Cinsiyet açısından incelendiğinde, dişi atlarda ortalama miyostatin düzeyi $63,461 \pm 2,548$ ng/ml, erkek atlarda ise $66,550 \pm 2,470$ ng/ml'dir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,387$).

Ana yaşı değişkeni bakımından, 8 yaş ve altı kısıraklardan doğan taylarda ortalama miyostatin değeri $63,271 \pm 2,690$ ng/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğanlarda ise $66,654 \pm 2,362$ ng/ml olarak bulunmuştur. Bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,348$).

Yarış derecesi açısından yapılan analizde, dereceye giren atlarda miyostatin düzeyleri anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur. Dereceye giren atların ortalama miyostatin değeri $70,137 \pm 2,520$ ng/ml iken, dereceye giremeyen atlarda bu değer $60,398 \pm 2,505$ ng/ml olarak saptanmıştır ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,008$).

Pist tipi bakımından yapılan karşılaştırmada, çim pistte yarışan atların ortalama değeri $68,704 \pm 2,789$ ng/ml, kum pistte yarışanların değeri ise $62,622 \pm 2,302$ ng/ml'dir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,097$), ancak çim pistte yarışan atların daha yüksek ortalama miyostatin düzeyine sahip olduğu görülmektedir.

Pist uzunluğu değişkeni açısından, 1600 metre ve altı mesafelerde yarışan atların ortalama miyostatin düzeyi $66,280 \pm 2,121$ ng/ml iken, 1600 metre üzerindeki mesafelerde yarışan atlarda bu değer $62,901 \pm 3,213$ ng/ml olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,383$).

Mevsimsel değerlendirmede, en düşük ortalama miyostatin düzeyi kış mevsiminde ($57,938 \pm 3,602$ ng/ml), en yüksek ortalama miyostatin düzeyi ise sonbaharda ($78,727 \pm 3,533$ ng/ml) saptanmıştır. Mevsimler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,040$).

Yarış yaşı ile miyostatin düzeyleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, farklı yaş grupları arasında gözlenen farklar istatistiksel anlamlılık düzeyine yakın olmakla birlikte, anlamlı bulunmamıştır ($P=0,066$). İngiliz atlarında 2 yaşlı bireyler $83,673\pm6,924$ ng/ml ile en yüksek ortalama miyostatin düzeyine sahipken, 3 yaşlılarda bu değer $66,008\pm3,658$ mg/ml'ye, 3 yaş üzeri grupta ise $64,062\pm4,175$ ng/ml'ye gerilemiştir. Arap atlarında ise 3 yaşlı bireylerde ortalama miyostatin düzeyi $68,147\pm4,175$ ng/ml olarak ölçülmüş, bu değer 4 yaşlı bireylerde $58,359\pm5,363$ ng/ml'ye yükselmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, yaş grupları arasında miyostatin düzeyleri bakımından farklar bulunsa da bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ancak anlamlılık sınırına oldukça yakındır.

Tablo 10. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre miyostatin değişkenine ait genel ortalamalar (ng/ml).

Faktör	Grup	N	Ortalama $\pm$ SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Irk	İngiliz	88	68,426 $\pm$ 2,476	63,479-73,374	0,056
	Arap	88	61,523 $\pm$ 2,544	56,445-66,601	
Cinsiyet	Dişi	86	63,461 $\pm$ 2,548	58,376-68,547	0,387
	Erkek	90	66,550 $\pm$ 2,470	61,620-71,480	
Ana Yaşı	8 yaş ve altı	72	63,271 $\pm$ 2,690	57,902-68,640	0,348
	8 yaş üstü	104	66,654 $\pm$ 2,362	61,939-71,369	
Derece	Dereceye giren	91	70,137 $\pm$ 2,520	65,107-75,166	0,008
	Dereceye giremeyen	85	60,398 $\pm$ 2,502	55,404-65,391	
Pist tipi	Çim	71	68,704 $\pm$ 2,789	63,138-74,270	0,097
	Kum	105	62,622 $\pm$ 2,302	58,027-67,218	
Pist uzunluğu	1600 m ve altı	125	66,280 $\pm$ 2,121	62,046-70,514	0,383
	1600 m üstü	51	62,901 $\pm$ 3,213	56,046-69,315	
Mevsim	Kış	44	57,938 $\pm$ 3,602 ^b	50,748-65,128	0,040
	İlkbahar	44	60,095 $\pm$ 3,539 ^b	53,030-67,159	
	Yaz	44	61,669 $\pm$ 3,407 ^b	54,868-68,470	
	Sonbahar	44	78,727 $\pm$ 3,533 ^a	71,675-85,780	
Yarış Yaşı	2 yaşlı İngiliz	12	83,673 $\pm$ 6,924	70,004-97,341	0,066
	3 yaşlı İngiliz	43	66,008 $\pm$ 3,658	58,788-73,229	
	3 yaş üzeri İngiliz	33	64,062 $\pm$ 4,175	55,820-72,304	
	3 yaşlı Arap	33	68,147 $\pm$ 4,175	59,904-76,389	
	4 yaşlı Arap	35	58,359 $\pm$ 4,054	50,355-66,362	
	4 yaş üzeri Arap	20	64,328 $\pm$ 5,363	53,741-74,915	

^{a, b}: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,05$).

4.3.1. İngiliz ve Arap Atlarında Miyostatin Değişkenine Ait Bulgular

İngiliz ve Arap atlarında farklı faktörlere göre miyostatin düzeyindeki değişimler Tablo 11’de verilmiştir.

İngiliz atlarında dişi bireylerin ortalama miyostatin düzeyi $68,829 \pm 3,510$ ng/ml, erkeklerin ise $68,064 \pm 3,493$ ng/ml olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,885$). Arap atlarında ise dişi bireylerde ortalama $57,160 \pm 3,701$ ng/ml olan ortalama miyostatin düzeyi erkeklerde $64,983 \pm 3,492$ ng/ml olarak bulunmuştur. Bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,113$), ancak erkek Arap atlarının dişilere göre daha yüksek miyostatin düzeyine sahip olduğu gözlenmektedir.

İngiliz atlarında, 8 yaş ve altı kısıraklardan doğan taylarda miyostatin düzeyi $69,015 \pm 3,683$ ng/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan taylarda ise $67,933 \pm 3,351$ ng/ml’dir ($P=0,839$). Arap atlarında ise genç kısıraklardan doğan taylarda değer $56,778 \pm 3,939$ ng/ml, yaşça büyük kısıraklardan doğan taylarda ise $65,287 \pm 3,324$ ng/ml’dir. Bu fark da anlamlı bulunmamıştır ($P=0,089$).

İngiliz atlarında dereceye girenlerde ortalama miyostatin düzeyi $74,356 \pm 3,515$ ng/ml, dereceye giremeyenlerde ise $62,527 \pm 3,496$ ng/ml’dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,029$). Arap atlarında da benzer şekilde, dereceye girenlerin ortalama miyostatin düzeyi ($65,209 \pm 3,611$ ng/ml), dereceye giremeyenlerin ortalama miyostatin düzeyinden ($58,111 \pm 3,582$ ng/ml) yüksektir. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,149$).

İngiliz atlarında çim pistte yarışanların ortalama miyostatin düzeyi $69,928 \pm 4,105$ ng/ml, kum pistte yarışanların ortalama miyostatin düzeyi ise $68,042 \pm 3,516$ ng/ml’dir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,135$). Arap atlarında da çim pistte yarışan atların ortalama miyostatin düzeyi ($65,947 \pm 4,423$ ng/ml), kum pistte yarışanların ortalama miyostatin düzeyinden ($60,422 \pm 4,872$ ng/ml) yüksektir, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,346$).

İngiliz atlarında 1600 m ve altı mesafelerde koşan bireylerin ortalama miyostatin düzeyleri $72,435 \pm 3,201$ ng/ml iken, 1600 m üzerindeki yarışlarda bu değer $65,625 \pm 4,148$ ng/ml’dir. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,272$). Arap atlarında ise kısa mesafe yarışlarda ortalama $60,556 \pm 3,077$ ng/ml iken, uzun mesafede $64,892 \pm 6,550$ ng/ml olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,763$).

İngiliz atlarında mevsimlere göre ortalama miyostatin düzeyleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $68,622 \pm 5,025$ ng/ml, $63,353 \pm 5,262$ ng/ml, $61,711 \pm 5,226$

ng/ml ve $80,034 \pm 5,109$ ng/ml olarak saptanmıştır. Mevsim farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,113$). Arap atlarında ise bu düzeyler kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $60,702 \pm 4,655$ ng/ml, $58,831 \pm 7,235$ ng/ml, $63,258 \pm 5,678$ ng/ml ve $67,828 \pm 7,947$ ng/ml olup, fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,446$).

Yarış yaşı ile miyostatin düzeyleri arasındaki ilişki ırklara göre incelendiğinde, İngiliz atlarında yaş ilerledikçe miyostatin konsantrasyonlarında azalma eğilimi gözlenmiştir. Nitekim 2 yaşlı İngiliz atlarında ortalama miyostatin düzeyi $83,673 \pm 7,013$ ng/ml, 3 yaşlılarda $66,008 \pm 3,705$ ng/ml ve 3 yaş üzerindeki bireylerde $64,062 \pm 4,229$ ng/ml olarak ölçülmüş; gruplar arası fark istatistiksel anlamlılık sınırına yaklaşmakla birlikte anlamlı bulunmamıştır ($P=0,052$). Arap atlarında ise 3 yaşlı bireylerde $68,147 \pm 4,121$ ng/ml, 4 yaşlılarda $58,359 \pm 4,002$ ng/ml ve 4 yaş üzerindekilerde $64,328 \pm 5,294$ ng/ml değerleri kaydedilmiş; yaş grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,235$). Bu bulgular, İngiliz atlarında miyostatin düzeylerinin genç yaşta daha yüksek olup yaşla birlikte azalma eğilimi gösterdiğini, Arap atlarında ise miyostatin değişiminin yaşa bağlı belirgin ve düzenli bir desen sergilemediğini ortaya koymuştur.

Tablo 11. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre miyostatin değişkenine ait ortalamalar (ng/ml)

Faktör	İrk	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Cinsiyet	İngiliz	Dişi	44	68,829±3,510	61,822-75,835	0,885
		Erkek	44	68,064±3,493	61,093-75,036	
	Arap	Dişi	42	57,160±3,701	49,773-64,547	0,113
		Erkek	46	64,983±3,492	58,014-71,953	
Ana Yaşı	İngiliz	8 yaş ve altı	38	69,015±3,683	61,664-76,365	0,839
		8 yaş üstü	50	67,933±3,351	61,243-74,622	
	Arap	8 yaş ve altı	34	56,778±3,939	48,916-64,640	0,089
		8 yaş üstü	54	65,287±3,324	58,651-71,922	
Derece	İngiliz	Dereceye giren	46	74,356±3,515	67,521-81,552	0,029
		Dereceye giremeyen	42	62,527±3,496	55,550-69,504	
	Arap	Dereceye giren	45	65,209±3,611	58,002-72,416	0,149
		Dereceye giremeyen	43	58,111±3,582	50,961-65,260	
Pist Tipi	İngiliz	Çim	34	69,928±4,105	61,817-78,039	0,135
		Kum	54	68,042±3,516	61,096-74,989	
	Arap	Çim	37	65,974±4,423	57,234-74,714	0,346
		Kum	51	60,422±4,872	50,794-70,049	
Pist Uzunluğu	İngiliz	1600 m ve altı	59	72,435±3,201	66,109-78,761	0,272
		1600 m üstü	29	65,625±4,148	57,428-73,821	
	Arap	1600 m ve altı	66	60,556±3,077	54,477-66,635	0,763
		1600 m üstü	22	64,892±6,550	51,949-77,835	
Mevsim	İngiliz	Kış	22	68,622±5,025	58,338-78,906	0,113
		İlkbahar	22	63,253±5,262	52,857-73,649	
		Yaz	22	61,711±5,226	51,384-72,037	
		Sonbahar	22	80,034±5,109	69,938-90,129	
	Arap	Kış	22	60,702±4,655	51,503-69,900	0,446
		İlkbahar	22	58,831±7,235	44,534-73,127	
		Yaz	22	63,258±5,678	52,039-74,477	
		Sonbahar	22	67,828±7,947	52,126-83,530	
Yarış Yaşı	İngiliz	2 yaşlı İngiliz	12	83,673±7,013	69,730-97,615	0,052
		3 yaşlı İngiliz	43	66,008±3,705	58,643-73,374	
		3 yaş üzeri İngiliz	33	64,062±4,229	55,654-72,470	
	Arap	3 yaşlı Arap	33	68,147±4,121	59,952-76,341	0,235
		4 yaşlı Arap	35	58,359±4,002	50,402-66,315	
		4 yaş üzeri Arap	20	64,328±5,294	53,802-74,854	

4.3.2. Dişi ve Erkek Atlarda Miyostatin Değişkenine Ait Bulgular

Dişi ve erkek atlarda farklı faktörlere göre miyostatin düzeylerindeki değişimlere ait bulgular Tablo 12’de verilmiştir.

Dişi İngiliz atlarının ortalama miyostatin düzeyi 68,829±3,725 ng/ml iken Arap atlarında bu değer 57,160±3,927 ng/ml olarak tespit edilmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P=0,038). Erkek atlarda ise İngiliz atlarının ortalaması 68,064±3,228 ng/ml,

Arap atlarının ortalaması ise $64,983 \pm 3,227$ ng/ml olup bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($P=0,505$).

Dişi taylarda 8 yaş ve altı kısıraklardan doğanların ortalama miyostatin düzeyi $61,277 \pm 4,493$ ng/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan tayların ortalama miyostatin düzeyi ise $64,917 \pm 3,366$ ng/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,521$). Erkek taylarda 8 yaş ve altı kısıraklardan doğan tayların ortalaması $64,646 \pm 3,219$ ng/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan tayların miyostatin düzeyi ortalaması ise $68,390 \pm 3,235$ ng/ml'dir ($P=0,418$).

Yarıştı dereceye giren dişi atların ortalama miyostatin düzeyi $70,054 \pm 3,969$ ng/ml iken, dereceye giremeyenlerin ortalaması $57,376 \pm 3,689$ ng/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,025$). Erkek atlarda dereceye girenlerin miyostatin düzeyleri ortalaması $70,205 \pm 3,150$ ng/ml, dereceye giremeyenlerin ise $63,016 \pm 3,297$ ng/ml olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,125$).

Dişi atlarda çim pistte yarışanların ortalama miyostatin değeri $69,960 \pm 4,029$ ng/ml, kum pistte yarışanların ortalama değeri ise $58,755 \pm 3,635$ ng/ml'dir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,046$). Erkek atlarda ise çim pistte yarışanların ortalama değeri $67,605 \pm 3,731$ ng/ml, kum pistte yarışanların ortalama değeri ise $65,827 \pm 2,873$ ng/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,708$).

Pist uzunluğuna göre değerlendirildiğinde, dişi atlarda 1600 m ve altı mesafede yarışanların ortalama miyostatin düzeyi $63,432 \pm 3,208$ ng/ml, 1600 m üzerindeki yarışlarda ise $63,528 \pm 5,016$ ng/ml olarak hesaplanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,987$). Erkek atlarda ise aynı karşılaştırmada sırasıyla $68,974 \pm 2,750$ ng/ml ve $62,473 \pm 4,009$ ng/ml değeri elde edilmiştir ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,191$).

Dişi atlarda mevsimlere göre miyostatin düzeyleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $48,501 \pm 5,512$ ng/ml, $59,653 \pm 5,298$ ng/ml, $65,485 \pm 5,197$ ng/ml ve $77,525 \pm 5,535$ ng/ml olarak belirlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,202$). Erkek atlarda ise kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $67,376 \pm 4,613$ ng/ml, $60,505 \pm 4,628$ ng/ml, $58,490 \pm 4,370$ ng/ml ve $79,576 \pm 4,409$ ng/ml olarak saptanmıştır. Sonbahar aylarında gözlenen yüksek ortalama değere rağmen mevsimler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,071$).

Miyostatin düzeyleri, yarış yaşı, cinsiyet ve ırk faktörleri açısından incelendiğinde, her ne kadar bazı gruplar arasında dikkat çekici farklılıklar gözlenirse de bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Dişi İngiliz atlarında yaş ilerledikçe miyostatin düzeylerinde kademeli bir azalma eğilimi gözlenmiştir. İki yaşlı dişi bireylerde ortalama miyostatin düzeyi $78,537 \pm 9,182$ ng/ml iken, 3 yaşlı dişilerde bu değer $67,528 \pm 4,250$ ng/ml'ye, 3 yaş üzeri dişilerin bulunduğu grupta ise $60,863 \pm 7,112$ ng/ml'ye gerilemiştir. Ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,324$). Dişi Arap atlarında ise miyostatin düzeyi 3 yaşta $67,225 \pm 5,582$ ng/ml iken, 4 yaşta $51,949 \pm 6,205$ ng/ml'ye düşmüş, 4 yaş üzeri grupta ise $57,665 \pm 12,791$ ng/ml'ye yükselmiştir ($P=0,197$). Bu durum, Arap dişi atlarında miyostatin düzeyinin yaşla birlikte düzensiz bir seyir izlediğini göstermektedir.

Erkek İngiliz atlarında yaş ilerledikçe miyostatin düzeyinde belirgin bir azalma eğilimi izlenmiştir. İki yaşlı erkek İngiliz atlarında ortalama miyostatin düzeyi $88,80 \pm 10,815$ ng/ml olarak saptanmışken, 3 yaş grubunda bu değer $63,172 \pm 6,840$ ng/ml, 3 yaş üzeri grupta ise $65,453 \pm 5,524$ ng/ml olarak belirlenmiştir. Ancak bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,123$). Erkek Arap atlarında yaş gruplarına göre miyostatin düzeylerinde belirgin bir değişim gözlenmemiştir; 3 yaşlı bireylerde ortalama düzey $69,796 \pm 6,302$ ng/ml, 4 yaşta $64,412 \pm 5,145$ ng/ml, 4 yaş üzeri grupta ise $65,996 \pm 5,457$ ng/ml olarak kaydedilmiştir ve gruplar arası fark anlamlı bulunmamıştır ($P=0,804$).

Tablo 12. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre miyostatin değişkenine ait ortalamalar (ng/ml).

Faktör	Cinsiyet	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
İrk	Dişi	İngiliz	44	68,829±3,725	61,275-76,38	0,038
		Arap	42	57,160±3,927	49,196-65,124	
	Erkek	İngiliz	44	68,064±3,228	61,482-74,647	0,505
		Arap	46	64,983±3,227	58,402-71,565	
Ana Yaşı	Dişi	8 yaş ve altı	29	61,277±4,493	52,166-70,389	0,521
		8 yaş üstü	57	64,917±3,366	58,091-71,743	
	Erkek	8 yaş ve altı	43	64,646±3,219	58,082-71,211	0,418
		8 yaş üstü	47	68,390±3,235	61,792-74,988	
Derece	Dişi	Dereceye giren	40	70,054±3,969	62,005-78,103	0,025
		Dereceye giremeyen	46	57,376±3,689	49,895-64,857	
	Erkek	Dereceye giren	51	70,205±3,150	63,780-76,630	0,125
		Dereceye giremeyen	39	63,016±3,297	56,291-69,742	
Pist Tipi	Dişi	Çim	40	69,960±4,029	61,789-78,131	0,046
		Kum	46	58,755±3,635	51,383-66,127	
	Erkek	Çim	31	67,605±3,731	59,995-75,214	0,708
		Kum	59	65,827±2,873	59,966-71,687	
Pist Uzunluğu	Dişi	1600 m ve altı	63	63,432±3,208	59,925-69,939	0,987
		1600 m üstü	23	63,528±5,016	53,356-73,700	
	Erkek	1600 m ve altı	62	68,974±2,750	63,365-74,583	0,191
		1600 m üstü	28	62,473±4,009	54,297-70,649	
Mevsim	Dişi	Kış	20	48,501±5,512	37,322-59,679	0,202
		İlkbahar	22	59,653±5,298	48,907-70,399	
		Yaz	22	65,485±5,197	54,945-76,024	
		Sonbahar	22	77,525±5,535	66,299-88,750	
	Erkek	Kış	24	67,376±4,613	57,968-76,783	0,071
		İlkbahar	22	60,505±4,628	51,065-69,944	
		Yaz	22	58,490±4,370	49,578-67,403	
		Sonbahar	22	79,576±4,409	70,584-88,569	
Yarış Yaşı	Dişi	2 yaşlı İngiliz	6	78,537±9,182	59,993-97,080	0,324
		3 yaşlı İngiliz	28	67,528±4,250	58,944-76,111	
		3 yaş üzeri İngiliz	10	60,863±7,112	46,499-75,227	
		3 yaşlı Arap	21	67,225±5,582	55,934-78,517	0,197
		4 yaşlı Arap	17	51,949±6,205	39,399-64,499	
		4 yaş üzeri Arap	4	57,655±12,791	31,783-83,527	
	Erkek	2 yaşlı İngiliz	6	88,808±10,815	66,968-110,649	0,123
		3 yaşlı İngiliz	15	63,172±6,840	49,359-76,985	
		3 yaş üzeri İngiliz	23	65,453±5,524	54,298-76,608	
		3 yaşlı Arap	12	69,759±6,302	57,051-82,468	0,804
		4 yaşlı Arap	18	64,412±5,145	54,036-74,789	
		4 yaş üzeri Arap	16	65,996±5,457	54,990-77,002	

4.4. İrisin Değişkenine Ait Bulgular

Araştırmada atların irisin düzeyleri; ırk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu ve mevsim gibi faktörlere göre değerlendirilmiştir (Tablo 13).

İngiliz atlarında ortalama irisin düzeyi $2,331 \pm 0,105$ µg/ml iken, Arap atlarında bu değer $2,277 \pm 0,108$ µg/ml olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,721$).

Dişi atlarda ortalama irisin düzeyi $2,338 \pm 0,108$ µg/ml, erkek atlarda ise $2,335 \pm 0,105$ µg/ml olarak hesaplanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,311$).

8 yaş ve altı kısıraklardan doğan taylarda irisin düzeyi $2,358 \pm 0,114$ µg/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan taylarda ise bu değer $2,262 \pm 0,100$ µg/ml'dir. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,530$).

Dereceye giren atlarda irisin düzeyi $2,264 \pm 0,107$ µg/ml iken, dereceye giremeyenlerde bu değer $2,344 \pm 0,106$ µg/ml olarak bulunmuştur. Gruplar arasında gözlemlenen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,598$).

Çim pistte yarışan atların ortalama irisin düzeyi $2,640 \pm 0,118$ µg/ml, kum pistte yarışan atların ortalama irisin düzeyi ise $2,069 \pm 0,098$ µg/ml'dir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,001$).

Kısa mesafeli yarışlarda koşan atlarda ortalama irisin düzeyi $2,256 \pm 0,090$ µg/ml, 1600 m üzerindeki yarışlarda koşan atlardaki ortalama irisin düzeyi ise $2,401 \pm 0,136$ µg/ml olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,376$).

Mevsimlere göre irisin düzeyi ortalamaları kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla $1,700 \pm 0,153$ µg/ml, $1,872 \pm 0,150$ µg/ml, $2,525 \pm 0,144$ µg/ml ve $2,875 \pm 0,150$ µg/ml olarak bulunmuştur ve ortalama konsantrasyon değerleri arasındaki bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,001$). Kış mevsiminde ortalama serum irisin düzeyi $1,700 \pm 0,153$ µg/ml olarak ölçülmüş ve bu değer tüm mevsimler içinde en düşük düzeyi temsil etmiştir. İlkbaharda ortalama değer $1,872 \pm 0,150$ µg/ml olup, bu grup, kışa göre daha yüksek bir ortalama göstermesine rağmen yalnızca yaz ve sonbahara kıyasla sınırlı düzeyde farklılık içermektedir. Yaz mevsiminde ortalama düzey $2,525 \pm 0,144$ µg/ml olarak kaydedilmiştir. Yaz grubunun değeri, ilkbahara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuş, ancak sonbahar ile istatistiksel olarak tamamen ayrıışmamıştır. En yüksek ortalama değere sahip olan grup ise $2,875 \pm 0,150$ µg/ml ile sonbahar mevsimi olmuştur, özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde ayrılmıştır.

Atlarda yarış yaşı ile irisin düzeyleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($P=0,015$). İngiliz atlarında yaş ilerledikçe ortalama irisin düzeylerinde kademeli bir azalma gözlenmiştir. 2 yaşlı bireylerde ortalama irisin düzeyi $2,557 \pm 0,283$ µg/ml iken, bu değer 3 yaşlılarda $2,267 \pm 0,150$ µg/ml ve 3

yaş üzeri grupta $2,202 \pm 0,171$ µg/ml olarak ölçülmüştür. Arap atlarında ise yaş grupları arasındaki farklılık daha dikkat çekici ve anlamlı düzeydedir. 3 yaşlı bireylerde irisin düzeyi $2,639 \pm 0,171$ µg/ml ile en yüksek düzeyde ölçülmüştür. Buna karşılık 4 yaşlı Arap atlarında irisin düzeyi anlamlı şekilde azalarak $1,778 \pm 0,166$ µg/ml 'ye düşmüş, 4 yaş üzeri grupta ise irisin düzeyi $2,270 \pm 0,220$ µg/ml olarak tespit edilmiştir. Bu durum, 4 yaş üzeri bireylerin, 3 yaşlılarla benzer düzeyde olmakla birlikte, 4 yaş grubundan anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, yarış yaşı ilerledikçe irisin düzeylerinde değişim gözlenmiş ve özellikle Arap atlarında bu değişim istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmuştur. İngiliz atlarında ise benzer bir eğilim olmasına rağmen, farklar anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır.

Tablo 13. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre irisin değişkenine ait genel ortalamalar (µg/ml).

Faktör	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Irk	İngiliz	88	$2,331 \pm 0,105$	2,121-2,540	0,721
	Arap	88	$2,277 \pm 0,108$	2,062-2,492	
Cinsiyet	Dişi	86	$2,388 \pm 0,108$	2,173-2,603	0,311
	Erkek	90	$2,235 \pm 0,105$	2,026-2,442	
Anayaşı	8 yaş ve altı	72	$2,358 \pm 0,114$	2,130-2,585	0,530
	8 yaş üstü	104	$2,262 \pm 0,100$	2,062-2,462	
Derece	Dereceye giren	91	$2,264 \pm 0,107$	2,051-2,477	0,598
	Dereceye giremeyen	85	$2,344 \pm 0,106$	2,132-2,555	
Pist tipi	Çim	71	$2,640 \pm 0,118$	2,404-2,876	<0,001
	Kum	105	$2,069 \pm 0,098$	1,875-2,264	
Pist uzunluğu	1600 m ve altı	125	$2,256 \pm 0,090$	2,706-2,435	0,376
	1600 m üstü	51	$2,401 \pm 0,136$	2,129-2,673	
Mevsim	Kış	44	$1,700 \pm 0,153^c$	1,396-2,005	0,001
	İlkbahar	44	$1,872 \pm 0,150^{bc}$	1,573-2,171	
	Yaz	44	$2,525 \pm 0,144^{ab}$	2,237-2,813	
	Sonbahar	44	$2,875 \pm 0,150^a$	2,576-3,174	
Yarış Yaşı	2 yaşlı İngiliz	12	$2,557 \pm 0,283^{ab}$	1,997-3,116	0,015
	3 yaşlı İngiliz	43	$2,267 \pm 0,150^{ab}$	1,972-2,563	
	3 yaş üzeri İngiliz	33	$2,202 \pm 0,171^{ab}$	1,865-2,540	
	3 yaşlı Arap	33	$2,639 \pm 0,171^a$	2,301-2,976	
	4 yaşlı Arap	35	$1,778 \pm 0,166^b$	1,450-2,105	
	4 yaş üzeri Arap	20	$2,270 \pm 0,220^{ab}$	1,837-2,703	

a, b, c: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,05$).

4.4.1. İngiliz ve Arap Atlarında İrisin Değişkenine Ait Bulgular

İngiliz ve Arap atlarında farklı faktörlere göre irisin düzeylerindeki değişime ait bulgular Tablo 14'te verilmiştir.

İngiliz atların dişi ve erkek ortalama irisin düzeyleri sırasıyla $2,381 \pm 0,149$ µg/ml ve $2,286 \pm 0,148$ µg/ml olarak belirlenmiş olup cinsiyetler arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,573$). Arap atlarında irisin düzeyi ortalamaları ise aynı sırayla $2,397 \pm 0,157$ µg/ml ve $2,182 \pm 0,148$ µg/ml olarak belirlenmiştir. Arap atlarında da cinsiyetler arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,391$).

İngiliz atlarında 8 yaş ve altı kısıraklardan doğan taylarda ortalama irisin düzeyi $2,459 \pm 0,156$ µg/ml iken, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan taylarda ise $2,223 \pm 0,142$ µg/ml'dir. Gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,169$). Arap atlarında ise genç kısıraklardan doğan taylarda $2,243 \pm 0,167$ µg/ml, yaşça büyük kısıraklardan doğan taylarda ise $2,303 \pm 0,141$ µg/ml olup fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($P=0,811$).

İngiliz atlarında dereceye girenlerin ortalama irisin düzeyi $2,272 \pm 0,149$ µg/ml, dereceye giremeyen atların ortalama irisin düzeyi ise $2,387 \pm 0,148$ µg/ml'dir. Fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($P=0,494$). Arap atlarında da dereceye girenlerin ortalaması $2,255 \pm 0,153$ µg/ml, dereceye giremeyenlerin ise $2,297 \pm 0,152$ µg/ml olarak hesaplanmıştır ve fark yine istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($P=0,867$).

İngiliz atlarında çim ve kum pistte yarışan atların ortalama düzeyleri sırasıyla; $2,584 \pm 0,171$ µg/ml ve $2,306 \pm 0,146$ µg/ml olarak belirlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,002$). Arap atlarında çim ve kum pistte yarışan atların ortalama irisin düzeyleri sırasıyla; $2,556 \pm 0,184$ µg/ml ve $1,974 \pm 0,202$ µg/ml olarak saptanmış olup, fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,027$).

İngiliz atlarında 1600 m ve altı mesafede yarışan atların ortalama irisin düzeyi $2,255 \pm 0,133$ µg/ml, 1600 m üzerindeki yarışlarda ise $2,548 \pm 0,172$ µg/ml olarak bulunmuştur ($P=0,197$). Arap atlarında ise kısa mesafede koşan atların ortalama irisin düzeyleri $2,225 \pm 0,128$ µg/ml, uzun mesafede koşan atların ortalama irisin düzeyleri $2,175 \pm 0,272$ µg/ml olarak bulunmuştur ($P=0,921$). Her iki ırk için de farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

İngiliz atlarında irisin düzeyleri mevsimlere göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık göstermiştir ($P=0,005$). En düşük ortalama değer kış mevsiminde $2,046 \pm 0,216$ µg/ml olarak ölçülmüş; bunu benzer düzeydeki ilkbahar mevsimi izlemiştir ($2,094 \pm 0,219$ µg/ml). Yaz mevsiminde bu düzey artarak $2,262 \pm 0,217$ µg/ml'ye ulaşmıştır. En yüksek ortalama irisin

düzeyi ise $2,986 \pm 0,212$ µg/ml ile sonbaharda kaydedilmiş ve bu artış, diğer üç mevsime kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar, özellikle yaz ve sonbahar aylarında irisin düzeylerinin belirgin şekilde arttığını göstermektedir.

Arap atlarında ise mevsimsel değişimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,001$). En düşük ortalama irisin düzeyi kış mevsiminde saptanmış ($1,531 \pm 0,193$ µg/ml), ilkbaharda $1,872 \pm 0,301$ µg/ml'ye yükselmiş, yaz aylarında ise artış daha da belirgin hale gelerek $2,604 \pm 0,236$ µg/ml'ye ulaşmıştır. Sonbahar mevsiminde ölçülen ortalama düzey $2,551 \pm 0,330$ µg/ml ile yaz mevsimine benzer şekilde yüksek seyretmiştir. Bu bulgular, Arap atlarında irisin düzeylerinin mevsimsel değişimden daha güçlü şekilde etkilendiğini ve özellikle yaz-sonbahar dönemlerinde belirgin artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

İngiliz ve Arap atlarında farklı yaş gruplarına göre serum irisin düzeyleri incelendiğinde, ırklar arasında yaşa bağlı olarak değişen farklı desenler gözlenmiştir. İngiliz atlarında yaş gruplarına göre ortalama irisin düzeyleri sırasıyla 2 yaşlı bireylerde $2,557 \pm 0,272$ µg/ml, 3 yaşlı bireylerde $2,267 \pm 0,144$ µg/ml ve 3 yaş üzerindeki bireylerde $2,202 \pm 0,164$ µg/ml olarak saptanmıştır. Bu gruplar arasında görülen düşüş eğilimine rağmen, farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P = 0,533$).

Arap atlarında yaş gruplarına göre irisin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P = 0,003$). Üç yaşındaki bireylerde ortalama irisin düzeyi $2,639 \pm 0,178$ µg/ml, 4 yaşındaki bireylerde $1,778 \pm 0,172$ µg/ml, 4 yaş üzerindeki bireylerde ise $2,270 \pm 0,228$ µg/ml olarak ölçülmüştür. Bu bulgular, Arap atlarında yaşa bağlı olarak irisin düzeylerinde anlamlı değişimler meydana geldiğini ve özellikle dört yaş grubunda irisin düzeylerinin diğer yaş gruplarına göre daha düşük olduğunu göstermektedir.

Tablo 14. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre irisin değışkenine ait ortalamalar (µg/ml).

Faktör	İrk	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Cinsiyet	İngiliz	Dişı	44	2,381±0,149	2,084-2,677	0,573
		Erkek	44	2,286±0,148	1,991-2,581	
	Arap	Dişı	42	2,397±0,157	2,084-2,710	0,391
		Erkek	46	2,182±0,148	1,887-2,477	
Ana Yaşı	İngiliz	8 yaşı ve altı	38	2,459±0,156	2,148-2,770	0,169
		8 yaşı üstü	50	2,223±0,142	1,940-2,506	
	Arap	8 yaşı ve altı	34	2,243±0,167	1,910-2,576	0,811
		8 yaşı üstü	54	2,303±0,141	2,022-2,585	
Derece	İngiliz	Dereceye giren	46	2,272±0,149	1,975-2,569	0,494
		Dereceye giremeyen	42	2,387±0,148	2,092-2,683	
	Arap	Dereceye giren	45	2,255±0,153	1,950-2,560	0,867
		Dereceye giremeyen	43	2,297±0,152	1,994-2,600	
Pist Tipi	İngiliz	Çim	34	2,584±0,171	2,247-2,921	0,002
		Kum	54	2,306±0,146	2,017-2,594	
	Arap	Çim	37	2,556±0,184	2,203-2,929	0,027
		Kum	51	1,974±0,202	1,574-2,374	
Pist Uzunluğu	İngiliz	1600 m ve altı	59	2,255±0,133	1,993-2,518	0,197
		1600 m üstü	29	2,548±0,172	2,207-2,888	
	Arap	1600 m ve altı	66	2,225±0,128	1,972-2,477	0,921
		1600 m üstü	22	2,175±0,272	1,637-2,713	
Mevsim	İngiliz	Kış	22	2,046±0,216 ^b	1,619-2,473	0,005
		İlkbahar	22	2,094±0,219 ^b	1,662-2,525	
		Yaz	22	2,262±0,217 ^{ab}	1,833-2,691	
		Sonbahar	22	2,986±0,212 ^a	2,567-3,405	
	Arap	Kış	22	1,531±0,193 ^b	1,149-1,913	<0,001
		İlkbahar	22	1,872±0,301 ^{ab}	1,278-2,466	
		Yaz	22	2,604±0,236 ^a	2,138-3,070	
		Sonbahar	22	2,551±0,330 ^a	1,899-3,204	
Yarış Yaşı	İngiliz	2 yaşı İngiliz	12	2,557±0,272	2,016-3,097	0,533
		3 yaşı İngiliz	43	2,267±0,144	1,982-2,553	
		3 yaşı üzeri İngiliz	33	2,202±0,164	1,876-2,528	
	Arap	3 yaşı Arap	33	2,639±0,178 ^a	2,286-2,992	0,003
		4 yaşı Arap	35	1,778±0,172 ^{ab}	1,435-2,121	
		4 yaşı üzeri Arap	20	2,270±0,228 ^b	1,816-2,724	

^{a, b}: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0,05)

4.4.2. Dişı ve Erkek Atlarda İrisin Değişkenine Ait Bulgular

Dişı ve erkek atlarda farklı faktörlere göre irisin düzeylerindeki değışime ait bulgular Tablo 15'te verilmiştir.

Dişı atlarda İngiliz atlarının ortalama irisin düzeyi 2,381±0,148 µg/ml, Arap atlarında ise 2,397±0,156 µg/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,941). Erkek

atlarda İngiliz atlarında ortalama $2,286 \pm 0,149$ µg/ml, Arap atlarında ise $2,182 \pm 0,149$ µg/ml olarak bulunmuştur ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,624$).

Dişi taylarda 8 yaş ve altı kısıraklardan doğanlarda ortalama irisin düzeyi $2,380 \pm 0,178$ µg/ml, 8 yaş üstü grupta ise $2,349 \pm 0,134$ µg/ml'dir. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,949$). Erkek taylarda ise genç ana grubunda $2,343 \pm 0,148$ µg/ml, yaşlı ana grubunda $2,130 \pm 0,149$ µg/ml düzeyinde saptanmıştır ve ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,320$).

Dişi atlarda dereceye girenlerin ortalama irisin düzeyi $2,450 \pm 0,158$ µg/ml, dereceye giremeyenlerin ise $2,331 \pm 0,147$ µg/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,582$). Erkek atlarda da benzer şekilde, dereceye girenlerin ortalama değeri $2,110 \pm 0,145$ µg/ml, dereceye giremeyenlerin ise $2,335 \pm 0,152$ µg/ml olup fark anlamlı bulunmamıştır ($P=0,252$).

Pist tipi değişkeni açısından değerlendirildiğinde, çim pistte yarışan dişi atların ortalama irisin düzeyi $2,687 \pm 0,160$ µg/ml iken kum pistte yarışanların değeri $2,172 \pm 0,144$ µg/ml'dir. Bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu saptanmıştır ($P=0,022$). Erkek atlarda da benzer bir eğilim görülmekte olup çim pistte ortalama değer $2,599 \pm 0,172$ µg/ml, kum pistte ise $1,985 \pm 0,132$ µg/ml olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,008$).

Pist uzunluğu açısından, dişi atlarda 1600 m ve altı mesafede yarışanların ortalama irisin düzeyi $2,323 \pm 0,127$ µg/ml, 1600 m üzeri yarışanların ise $2,540 \pm 0,199$ µg/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,365$). Erkek atlarda ise kısa mesafede ortalama $2,192 \pm 0,127$ µg/ml, uzun mesafede $2,306 \pm 0,185$ µg/ml olarak bulunmuştur; gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,615$).

Dişi atlarda irisin düzeylerinde mevsimlere göre istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır ($P=0,009$). En düşük irisin düzeyi kış mevsiminde ($1,491 \pm 0,219$ µg/ml) ölçülmüş ve bu değer, yaz ($2,996 \pm 0,206$ µg/ml) ve sonbahar ($2,647 \pm 0,220$ µg/ml) mevsimlerindeki düzeylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur. İlkbaharda ölçülen ortalama değer $2,138 \pm 0,211$ µg/ml olup, bu düzey hem düşük (kış) hem de yüksek (yaz ve sonbahar) mevsim değerleriyle karşılaştırıldığında ara bir konumda yer almakta ve bazı mevsimlerle istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. Yaz ve sonbahar aylarında ise irisin düzeyleri birbirine yakın seyretmiş ve kış mevsimine göre anlamlı biçimde yüksek bulunmuştur.

Erkek atlarda da irisin düzeyleri mevsime göre anlamlı şekilde farklılık göstermektedir ($P=0,020$). En düşük ortalama irisin düzeyleri kış ($1,910\pm0,213 \mu\text{g/ml}$) ve ilkbahar ($1,626\pm0,213 \mu\text{g/ml}$) mevsimlerinde ölçülmüştür. Yaz mevsiminde bu düzey bir miktar artarak $2,132\pm0,201 \mu\text{g/ml}$ 'ye ulaşmıştır. En yüksek ortalama irisin düzeyi ise $3,036\pm0,203 \mu\text{g/ml}$ ile sonbaharda kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, sonbaharda erkek atlarda irisin düzeylerinin diğer mevsimlere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğunu, kış ve ilkbaharda ise belirgin şekilde daha düşük düzeylerin gözlemlendiğini göstermektedir.

İrisin düzeyleri, atların cinsiyeti, ırkı ve yarış yaşına göre değerlendirilmiş, elde edilen veriler gruplar arası farklılıkları ortaya koymuştur. Dişi bireylerde İngiliz atları incelendiğinde, 2 yaşlılarda ortalama irisin düzeyi $2,630\pm0,326 \mu\text{g/ml}$, 3 yaşlılarda $2,382\pm0,151 \mu\text{g/ml}$ ve 3 yaş üzeri grupta $2,007\pm0,253 \mu\text{g/ml}$ olarak ölçülmüştür. Her ne kadar yaş ilerledikçe irisin düzeylerinde düşüş eğilimi gözlemlense de bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,284$).

Dişi Arap atlarında yaş grupları arasında irisin düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P=0,004$). Üç yaş grubundaki bireylerde ortalama irisin düzeyi $2,707\pm0,222 \mu\text{g/ml}$ olarak ölçülmüştür. Dört yaş grubunda bu değer belirgin bir düşüşle $1,746\pm0,247 \mu\text{g/ml}$ 'ye gerilemiştir. Buna karşılık, dört yaş üzerindeki bireylerde irisin düzeyi anlamlı şekilde artarak $3,430\pm0,509 \mu\text{g/ml}$ düzeyine ulaşmıştır. Bu bulgular, özellikle dört yaş grubundaki bireylerle dört yaş üzeri atlar arasında irisin düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, dört yaş üzerindeki dişi Arap atlarında irisin düzeylerinin diğer yaş gruplarına kıyasla belirgin biçimde daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Erkek bireylerde ise hem İngiliz hem de Arap atlarında yaş grupları arasında irisin düzeylerinde gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (İngiliz atlarında $P=0,672$, Arap atlarında $P=0,151$). İngiliz erkeklerde 2 yaş grubunda ortalama irisin düzeyi $2,483\pm0,440 \mu\text{g/ml}$ ile en yüksek değeri göstermiş, 3 yaş grubunda $2,053\pm0,278 \mu\text{g/ml}$ ve 3 yaş üzeri grupta ise $2,287\pm0,224 \mu\text{g/ml}$ 'ye kadar düşmüştür. Arap erkeklerde ise 3 yaş grubunda $2,519\pm0,282 \mu\text{g/ml}$ olan irisin düzeyi, 4 yaşta $1,808\pm0,231 \mu\text{g/ml}$ 'ye ve 4 yaş üzeri grupta $1,980\pm0,244 \mu\text{g/ml}$ 'ye gerilemiştir. Ancak bu değişimler istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde değildir.

Tablo 15. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre irisin değışkenine ait ortalamalar (µg/ml).

Faktör	Cinsiyet	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
İrk	Dişi	İngiliz	44	2,381±0,148	2,081-2,681	0,941
		Arap	42	2,397±0,156	2,080-2,713	
	Erkek	İngiliz	44	2,286±0,149	1,983-2,589	0,624
		Arap	46	2,182±0,149	1,876-2,485	
Ana Yaşı	Dişi	8 yaş ve altı	29	2,380±0,178	2,017-2,742	0,949
		8 yaş üstü	57	2,394±0,134	2,123-2,665	
	Erkek	8 yaş ve altı	43	2,343±0,148	2,040-2,645	0,320
		8 yaş üstü	47	2,130±0,149	1,826-2,434	
Derece	Dişi	Dereceye giren	40	2,450±0,158	2,130-2,770	0,582
		Dereceye giremeyen	46	2,331±0,147	2,033-2,628	
	Erkek	Dereceye giren	51	2,110±0,145	1,814-2,406	0,252
		Dereceye giremeyen	39	2,335±0,152	2,045-2,665	
Pist Tipi	Dişi	Çim	40	2,687±0,160	2,362-3,012	0,022
		Kum	46	2,172±0,144	1,879-2,464	
	Erkek	Çim	31	2,599±0,172	2,248-2,950	0,008
		Kum	59	1,985±0,132	1,715-2,255	
Pist Uzunluğu	Dişi	1600 m ve altı	63	2,323±0,127	2,064-2,581	0,365
		1600 m üstü	23	2,540±0,199	2,136-2,944	
	Erkek	1600 m ve altı	62	2,192±0,127	1,934-2,451	0,615
		1600 m üstü	28	2,306±0,185	1,929-2,683	
Mevsim	Dişi	Kış	20	1,491±0,219 ^b	1,047-1,935	0,009
		İlkbahar	22	2,138±0,211 ^{ab}	1,711-2,564	
		Yaz	22	2,996±0,206 ^a	2,577-3,415	
		Sonbahar	22	2,647±0,220 ^a	2,201-3,093	
	Erkek	Kış	24	1,910±0,213 ^b	1,476-2,343	0,020
		İlkbahar	22	1,626±0,213 ^b	1,191-2,061	
		Yaz	22	2,132±0,201 ^{ab}	1,721-2,543	
		Sonbahar	22	3,036±0,203 ^a	2,622-3,451	
Yarış Yaşı	Dişi	2 yaşlı İngiliz	6	2,630±0,326	1,971-3,289	0,284
		3 yaşlı İngiliz	28	2,382±0,151	2,077-2,687	
		3 yaş üzeri İngiliz	10	2,007±0,253	1,496-2,518	
		3 yaşlı Arap	21	2,707±0,222 ^{ab}	2,258-3,156	0,004
		4 yaşlı Arap	17	1,746±0,247 ^b	1,247-2,245	
		4 yaş üzeri Arap	4	3,430±0,509 ^a	2,401-4,459	
	Erkek	2 yaşlı İngiliz	6	2,483±0,440	1,596-3,371	0,672
		3 yaşlı İngiliz	15	2,053±0,278	1,491-2,614	
		3 yaş üzeri İngiliz	23	2,287±0,224	1,834-2,740	
		3 yaşlı Arap	12	2,519±0,282	1,950-3,088	0,151
		4 yaşlı Arap	18	1,808±0,231	1,343-2,273	
		4 yaş üzeri Arap	16	1,980±0,244	1,487-2,473	

^{a, b}: İlgili faktör sütununda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0,05).

4.5. Eritropoetin Değişkenine Ait Bulgular

Araştırmada atların eritropoetin düzeyleri; ırk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı gibi faktörlere göre değerlendirilmiştir (Tablo 16).

İngiliz atlarının ortalama eritropoetin düzeyi $1,845 \pm 0,093$ mIU/ml, Arap atlarının ortalama eritropoetin düzeyi ise $1,813 \pm 0,095$ mIU/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,810$).

Dişi atlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,849 \pm 0,905$ mIU/ml, erkek atlarda ise $1,813 \pm 0,092$ mIU/ml olarak hesaplanmıştır. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,787$).

8 yaş altı kısıraklardan doğan taylarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,845 \pm 0,101$ mIU/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan taylarda ise $1,818 \pm 0,088$ mIU/ml'dir. Fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($P=0,837$).

Dereceye giren atlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,827 \pm 0,094$ mIU/ml iken, dereceye giremeyen atlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,833 \pm 0,093$ mIU/ml'dir. Aradaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,962$).

Çim pistte yarışan atlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,904 \pm 0,104$ mIU/ml, kum pistte yarışan atlarda ise $1,778 \pm 0,086$ mIU/ml olarak belirlenmiştir. Bu fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,356$). Ancak çim pistte yarışanlarda eritropoetin düzeylerinin ortalama olarak daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

Kısa mesafelerde yarışan atların eritropoetin düzeyi ortalama $1,809 \pm 0,079$ mIU/ml, 1600 metre üzerindeki yarışlarda ise bu değer $1,870 \pm 0,120$ mIU/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,672$).

Kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde kan eritropoetin düzeyleri sırasıyla; $1,507 \pm 0,135$ mIU/ml, $1,819 \pm 0,132$ mIU/ml, $1,822 \pm 0,127$ ve $2,072 \pm 0,132$ mIU/ml olarak saptanmıştır. Mevsimler arasında istatistiksel anlamlılık sınırına yakın bir fark gözlenmiştir ($P=0,065$).

Eritropoetin düzeyleri, yarış yaşı ve ırk değişkenleri açısından değerlendirildiğinde, yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P=0,691$). İngiliz atlarında 2 yaş grubunda ortalama eritropoetin düzeyi $1,880 \pm 0,230$ mIU/ml, 3 yaş grubunda $1,815 \pm 0,122$ mIU/ml ve 3 yaş üzeri grupta $1,770 \pm 0,139$ mIU/ml olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler,

yaş ilerledikçe hafif bir azalma eğilimi olduğunu göstermesine rağmen, bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Benzer şekilde, Arap atlarında da yaş ilerledikçe eritropoetin düzeyinde azalma gözlenmiştir. 3 yaş grubunda ortalama eritropoetin düzeyi $1,977 \pm 0,139$ mIU/ml, 4 yaş grubunda $1,687 \pm 0,135$ mIU/ml ve 4 yaş üzeri grupta $1,666 \pm 0,178$ mIU/ml olarak saptanmıştır. Ancak bu düşüş de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmamıştır.

Tablo 16. Irk, cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre eritropoetin değişkenine ait genel ortalamalar (mIU/ml).

Faktör	Grup	N	Ortalama $\pm$ SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Irk	İngiliz	88	$1,845 \pm 0,093$	1,660-2,030	0,810
	Arap	88	$1,813 \pm 0,095$	1,623-2,003	
Cinsiyet	Dişi	86	$1,849 \pm 0,905$	1,659-2,039	0,787
	Erkek	90	$1,813 \pm 0,092$	1,629-1,998	
Ana Yaşı	8 yaş ve altı	72	$1,845 \pm 0,101$	1,644-2,046	0,837
	8 yaş üstü	104	$1,818 \pm 0,088$	1,641-1,994	
Derece	Dereceye giren	91	$1,827 \pm 0,094$	1,639-2,015	0,962
	Dereceye giremeyen	85	$1,833 \pm 0,093$	1,646-2,020	
Pist tipi	Çim	71	$1,904 \pm 0,104$	1,696-2,112	0,356
	Kum	105	$1,778 \pm 0,086$	1,606-1,950	
Pist uzunluğu	1600 m ve altı	125	$1,809 \pm 0,079$	1,651-1,967	0,672
	1600 m üstü	51	$1,870 \pm 0,120$	1,631-2,110	
Mevsim	Kış	44	$1,507 \pm 0,135$	1,238-1,775	0,065
	İlkbahar	44	$1,819 \pm 0,132$	1,555-2,083	
	Yaz	44	$1,822 \pm 0,127$	1,568-2,076	
	Sonbahar	44	$2,072 \pm 0,132$	1,809-2,336	
Yarış Yaşı	2 yaşlı İngiliz	12	$1,880 \pm 0,230$	1,425-2,335	0,691
	3 yaşlı İngiliz	43	$1,815 \pm 0,122$	1,575-2,056	
	3 yaş üzeri İngiliz	33	$1,770 \pm 0,139$	1,496-2,044	
	3 yaşlı Arap	33	$1,977 \pm 0,139$	1,703-2,251	
	4 yaşlı Arap	35	$1,687 \pm 0,135$	1,421-1,954	
	4 yaş üzeri Arap	20	$1,666 \pm 0,178$	1,314-2,019	

4.5.1. İngiliz ve Arap Atlarında Eritropoetin Değişkenine Ait Bulgular

İngiliz ve Arap atlarında farklı faktörlere göre eritropoetin düzeylerine ait değişimler Tablo 17’de verilmiştir.

İngiliz atlarında dişi bireylerin ortalama eritropoetin düzeyi $1,814 \pm 0,131$ mIU/ml, erkek bireylerde ise bu değer $1,873 \pm 0,131$ mIU/ml’dir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,780$). Arap atlarında ise ortalama eritropoetin düzeyleri dişi bireylerde

1,891±0,138 mIU/ml iken erkek bireylerde 1,752±0,130 mIU/ml olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,412).

İngiliz atlarında 8 yaş ve altındaki kısıraklardan doğan taylarda ortalama eritropoetin düzeyi 1,909±0,138 mIU/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan taylarda ise bu değer 1,792±0,125 mIU/ml'dir (P=0,579). Arap atlarında genç kısıraklardan doğan taylarda 1,773±0,147 mIU/ml olan ortalama eritropoetin değeri yaşça büyük kısıraklardan doğan taylarda 1,845±0,124 mIU/ml olarak saptanmıştır (P=0,673). Her iki ırk için de bu ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

İngiliz atlarında dereceye giren atların ortalama eritropoetin düzeyi 1,863±0,131 mIU/ml, dereceye giremeyen atların ortalama eritropoetin düzeyi ise 1,828±0,131 mIU/ml'dir. Ortalamalar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,868). Arap atlarında ise dereceye giren bireylerde ortalama eritropoetin düzeyi 1,786±0,135 mIU/ml iken dereceye giremeyen bireylerde bu değer 1,838±0,134 mIU/ml olarak saptanmıştır ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,757).

İngiliz atlarında çim pistte yarışan atların ortalama eritropoetin düzeyi 1,881±0,148 mIU/ml, kum pistte yarışanlarda ise bu değer 1,870±0,127 mIU/ml'dir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,653). Arap atlarında çim pistte yarışan atlarda ortalama eritropoetin düzeyi 2,005±0,160 mIU/ml iken kum pistte yarışan atlar için bu değer 1,635±0,176 mIU/ml olarak saptanmıştır, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,350).

İngiliz atlarında 1600 m ve altı mesafelerde yarışan atlarda ortalama eritropoetin düzeyi 1,794±0,116 mIU/ml iken 1600 m üzeri mesafelerde yarışan atlarda 1,943±0,150 mIU/ml olarak saptanmıştır (P=0,424). Arap atlarında kısa mesafede ortalama eritropoetin düzeyi 1,785±0,111 mIU/ml iken uzun mesafede 1,768±0,237 mIU/ml olarak saptanmıştır (P=0,635). Her iki ırkta da pist uzunluğuna göre olan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

İngiliz atlarında mevsimsel eritropoetin düzeyleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; 1,673±0,188 mIU/ml, 1,950±0,190 mIU/ml, 1,752±0,189 mIU/ml ve 2,040±0,185 mIU/ml olarak saptanmıştır. Ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,282). Ancak sonbaharda dikkat çekici bir artış görülmektedir. Arap atlarında ise mevsimsel eritropoetin düzeyleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; 1,444±0,168 mIU/ml, 1,843±0,262 mIU/ml, 1,907±0,205 mIU/ml ve

1,738±0,287 mIU/ml olarak saptanmıştır. Ortalama eritropoetin düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (P=0,065).

Yarış yaşı ile eritropoetin düzeyleri arasındaki ilişki İngiliz ve Arap atlarında ayrı ayrı değerlendirilmiş ve yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. İngiliz atlarında ortalama eritropoetin düzeyleri 2 yaşlı bireylerde 1,880±0,239 mIU/ml, 3 yaşlılarda 1,815±0,126 mIU/ml ve 3 yaş üzeri grupta 1,770±0,144 mIU/ml olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler, yaş arttıkça eritropoetin düzeyinde hafif bir azalma eğilimi olduğunu göstermektedir. Ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,921).

Benzer şekilde Arap atlarında da yaş ilerledikçe eritropoetin düzeylerinde küçük çaplı azalmalar gözlenmiştir. Bu ırkta 3 yaşlı bireylerde ortalama eritropoetin düzeyi 1,977±0,134 mIU/ml, 4 yaşlılarda 1,687±0,130 mIU/ml ve 4 yaş üzeri grupta 1,667±0,172 mIU/ml olarak ölçülmüştür. Ancak Arap atlarında da bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,218)

Tablo 17. İngiliz ve Arap ırkı atlarda cinsiyet, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre eritropoetin değişkenine ait ortalamalar (mIU/ml).

Faktör	İrk	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
Cinsiyet	İngiliz	Dişi	44	1,814±0,131	1,553-2,076	0,780
		Erkek	44	1,873±0,131	1,613-2,134	
	Arap	Dişi	42	1,891±0,138	1,614-2,167	0,412
		Erkek	46	1,752±0,130	1,491-2,012	
Ana Yaşı	İngiliz	8 yaş ve altı	38	1,909±0,138	1,634-2,184	0,579
		8 yaş üstü	50	1,792±0,125	1,542-2,042	
	Arap	8 yaş ve altı	34	1,773±0,147	1,479-2,067	0,673
		8 yaş üstü	54	1,845±0,124	1,597-2,093	
Derece	İngiliz	Dereceye giren	46	1,863±0,131	1,601-2,125	0,868
		Dereceye giremeyen	42	1,828±0,131	1,567-2,089	
	Arap	Dereceye giren	45	1,786±0,135	1,517-2,055	0,757
		Dereceye giremeyen	43	1,838±0,134	1,571-2,105	
Pist Tipi	İngiliz	Çim	34	1,881±0,148	1,588-2,175	0,653
		Kum	54	1,870±0,127	1,618-2,121	
	Arap	Çim	37	2,005±0,160	1,689-2,321	0,350
		Kum	51	1,635±0,176	1,287-1,983	
Pist Uzunluğu	İngiliz	1600 m ve altı	59	1,794±0,116	1,565-2,023	0,424
		1600 m üstü	29	1,943±0,150	1,647-2,240	
	Arap	1600 m ve altı	66	1,785±0,111	1,565-2,005	0,635
		1600 m üstü	22	1,768±0,237	1,300-2,236	
Mevsim	İngiliz	Kış	22	1,673±0,188	1,301-2,045	0,282
		İlkbahar	22	1,950±0,190	1,574-2,326	
		Yaz	22	1,752±0,189	1,379-2,126	
		Sonbahar	22	2,040±0,185	1,675-2,405	
	Arap	Kış	22	1,444±0,168	1,112-1,777	0,065
		İlkbahar	22	1,843±0,262	1,326-2,360	
		Yaz	22	1,907±0,205	1,501-2,312	
		Sonbahar	22	1,738±0,287	1,171-2,306	
Yarış Yaşı	İngiliz	2 yaşlı İngiliz	12	1,880±0,239	1,405-2,355	0,921
		3 yaşlı İngiliz	43	1,815±0,126	1,564-2,066	
		3 yaş üzeri İngiliz	33	1,770±0,144	1,484-2,056	
	Arap	3 yaşlı Arap	33	1,977±0,134	1,711-2,243	0,218
		4 yaşlı Arap	35	1,687±0,130	1,429-1,945	
		4 yaş üzeri Arap	20	1,667±0,172	1,325-2,008	

4.5.2. Dişi ve Erkek Atlarda Eritropoetin Değişkenine Ait Bulgular

Dişi ve erkek atlarda farklı faktörlere göre değişen eritropoetin düzeyleri Tablo 18’de verilmiştir.

Dişi İngiliz atlarında ortalama eritropoetin düzeyi 1,814±0,135 mIU/ml, dişi Arap atlarında ise 1,891±0,142 mIU/ml’dir. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P=0,700). Erkek İngiliz atlarında ortalama eritropoetin düzeyi 1,873±0,126 mIU/ml iken erkek

Arap atlarında $1,752 \pm 0,126$ mIU/ml olarak ölçülmüş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,501$).

Sekiz yaş ve altındaki kısıraklardan doğan dişi tayların ortalama eritropoetin düzeyi $1,852 \pm 0,163$ mIU/ml, 8 yaş üstü kısıraklardan doğan dişi tayların ortalama eritropoetin düzeyi ise $1,848 \pm 0,122$ mIU/ml olarak ölçülmüştür ($P=0,984$). Genç analardan doğan erkek tayların ortalama eritropoetin düzeyi $1,840 \pm 0,126$ mIU/ml, yaşça büyük kısıraklardan doğan erkek tayların ortalama eritropoetin düzeyi $1,787 \pm 0,126$ mIU/ml olarak ölçülmüştür ($P=0,767$). Bu bulgular, ana yaşının cinsiyete göre eritropoetin düzeylerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

Dereceye giren dişi atların ortalama eritropoetin düzeyi $1,898 \pm 0,144$ mIU/ml iken, dereceye giremeyen dişi atların ortalama eritropoetin düzeyi $1,804 \pm 0,134$ mIU/ml olarak saptanmıştır. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,635$). Erkek atlarda dereceye giren bireylerde ortalama eritropoetin düzeyi $1,767 \pm 0,123$ mIU/ml iken dereceye giremeyen bireylerde $1,858 \pm 0,129$ mIU/ml'dir ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,614$).

Çim pistte yarışan dişi atlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,896 \pm 0,146$ mIU/ml, kum pistte yarışanlarda ise $1,816 \pm 0,132$ mIU/ml'dir. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,687$). Erkek atlarda çim pistte yarışanlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,910 \pm 0,145$ mIU/ml iken kum pistte yarışanlarda $1,747 \pm 0,112$ mIU/ml olup fark anlamlı bulunmamıştır ($P=0,380$).

Dişi atlarda 1600 m ve altı mesafede yarışanların ortalama eritropoetin düzeyi $1,734 \pm 0,116$ mIU/ml, 1600 m üzeri yarışanların ortalama eritropoetin düzeyi $2,120 \pm 0,182$ mIU/ml'dir. Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,082$). Ancak uzun mesafelerde değerin daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. 1600 m ve altı mesafede koşan erkek atlarda ortalama eritropoetin düzeyi $1,881 \pm 0,107$ mIU/ml iken 1600 m üzeri mesafelerde ise ortalama eritropoetin düzeyi $1,700 \pm 0,156$ mIU/ml olarak saptanmıştır ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,349$).

Dişi atlarda mevsimlere göre eritropoetin düzeyleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için sırasıyla; $1,492 \pm 0,200$ mIU/ml, $1,935 \pm 0,192$ mIU/ml, $1,971 \pm 0,188$ mIU/ml ve $1,902 \pm 0,201$ mIU/ml olarak saptanmıştır ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,320$). Erkek atlarda mevsimsel düzeyler kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için

sırasıyla; $1,522\pm0,180$ mIU/ml, $1,711\pm0,180$ mIU/ml, $1,697\pm0,170$ mIU/ml ve $2,192\pm0,172$ mIU/ml olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,202$).

Eritropoetin düzeyleri, atların cinsiyetine, ırkına ve yarış yaşına göre değerlendirilmiş, elde edilen veriler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını ortaya koymak amacıyla analiz edilmiştir. Dişi İngiliz atlarında, 2 yaş grubunda ortalama eritropoetin düzeyi $1,783\pm0,338$ mIU/ml, 3 yaş grubunda $1,844\pm0,157$ mIU/ml ve 3 yaş üzerindeki bireylerde $1,631\pm0,262$ mIU/ml olarak saptanmıştır. Yaş grupları arasında küçük farklılıklar olmasına rağmen, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P=0,786$).

Dişi Arap atlarında ise 3 yaş grubunda ortalama eritropoetin düzeyi $2,006\pm0,181$ mIU/ml, 4 yaş grubunda $1,632\pm0,201$ mIU/ml ve 4 yaş üzeri grupta $2,673\pm0,414$ mIU/ml olarak saptanmıştır. Bu bulgular, yaşla birlikte belirgin dalgalanmalar olduğunu göstermekte; özellikle 4 yaş üzeri bireylerde eritropoetin düzeyinin anlamlı ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Ancak bu değişim istatistiksel anlamlılık sınırına yakın olmakla birlikte anlamlı bulunmamıştır ($P=0,073$).

Erkek bireyler açısından değerlendirildiğinde, İngiliz atlarında eritropoetin düzeyleri 2 yaşta $1,977\pm0,347$ mIU/ml, 3 yaşta $1,763\pm0,219$ mIU/ml ve 3 yaş üzeri grupta $1,830\pm0,177$ mIU/ml olarak belirlenmiştir. Arap erkek atlarında ise sırasıyla $1,927\pm0,187$ mIU/ml, $1,740\pm0,153$ mIU/ml ve $1,415\pm0,162$ mIU/ml değerleri elde edilmiştir. Her iki ırkta da yaş ilerledikçe eritropoetin düzeylerinde hafif azalmalar gözlenmiş olmakla birlikte, bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (İngiliz erkeklerde $P=0,873$, Arap erkeklerde $P=0,115$).

Tablo 18. Dişi ve erkek atlarda ırk, ana yaşı, derece, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yarış yaşı faktörlerine göre eritropoetin değişkenine ait ortalamalar (mIU/ml).

Faktör	Cinsiyet	Grup	N	Ortalama±SH	%95 Güven Aralığı (Alt sınır-Üst sınır)	P
İrk	Dişi	İngiliz	44	1,814±0,135	1,540-2,088	0,700
		Arap	42	1,891±0,142	1,602-2,179	
	Erkek	İngiliz	44	1,873±0,126	1,616-2,130	0,501
		Arap	46	1,752±0,126	1,495-2,008	
Ana Yaşı	Dişi	8 yaş ve altı	29	1,852±0,163	1,521-2,182	0,984
		8 yaş üstü	57	1,848±0,122	1,600-2,095	
	Erkek	8 yaş ve altı	43	1,840±0,126	1,584-2,096	0,767
		8 yaş üstü	47	1,787±0,126	1,530-2,045	
Derece	Dişi	Dereceye giren	40	1,898±0,144	1,606-2,190	0,635
		Dereceye giremeyen	46	1,804±0,134	1,533-2,076	
	Erkek	Dereceye giren	51	1,767±0,123	1,517-2,018	0,614
		Dereceye giremeyen	39	1,858±0,129	1,596-2,120	
Pist Tipi	Dişi	Çim	40	1,896±0,146	1,599-2,192	0,687
		Kum	46	1,816±0,132	1,548-2,083	
	Erkek	Çim	31	1,910±0,145	1,614-2,207	0,380
		Kum	59	1,747±0,112	1,518-1,975	
Pist Uzunluğu	Dişi	1600 m ve altı	63	1,734±0,116	1,498-1,970	0,082
		1600 m üstü	23	2,120±0,182	1,751-2,489	
	Erkek	1600 m ve altı	62	1,881±0,107	1,662-2,099	0,349
		1600 m üstü	28	1,700±0,156	1,382-2,019	
Mevsim	Dişi	Kış	20	1,492±0,200	1,086-1,897	0,320
		İlkbahar	22	1,935±0,192	1,546-2,325	
		Yaz	22	1,971±0,188	1,589-2,353	
		Sonbahar	22	1,902±0,201	1,495-2,309	
	Erkek	Kış	24	1,522±0,180	1,155-1,889	0,202
		İlkbahar	22	1,711±0,180	1,343-2,080	
		Yaz	22	1,697±0,170	1,350-2,045	
		Sonbahar	22	2,192±0,172	1,841-2,543	
Yarış yaşı	Dişi	2 yaşlı İngiliz	6	1,783±0,338	1,100-2,466	0,786
		3 yaşlı İngiliz	28	1,844±0,157	1,527-2,160	
		3 yaş üzeri İngiliz	10	1,631±0,262	1,102-2,160	
		3 yaşlı Arap	21	2,006±0,181	1,640-2,371	0,073
		4 yaşlı Arap	17	1,632±0,201	1,226-2,038	
		4 yaş üzeri Arap	4	2,673±0,414	1,835-3,510	
	Erkek	2 yaşlı İngiliz	6	1,977±0,347	1,276-2,677	0,873
		3 yaşlı İngiliz	15	1,763±0,219	1,320-2,206	
		3 yaş üzeri İngiliz	23	1,830±0,177	1,473-2,188	
		3 yaşlı Arap	12	1,927±0,187	1,549-2,305	0,115
		4 yaşlı Arap	18	1,740±0,153	1,431-2,049	
		4 yaş üzeri Arap	16	1,415±0,162	1,088-1,742	

5. TARTIŞMA

Atlarda yarış performansının belirlenmesi ve bu performans düzeyine uygun yarışların tercih edilmesi yarış atı yetiştiriciliği açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada ırk, cinsiyet, ana yaşı, mevsim, pist tipi ve pist uzunluğu gibi değişkenlerin performansa etkileri incelenmiş ve bunların yanı sıra kan dolaşımındaki miyostatin, irisin ve eritropoetin konsantrasyonları ile olan ilişkileri değerlendirilmiştir.

Çalışmada toplam 176 baş yarış atına ait performans parametreleri değerlendirilmiş ve bu atlardan alınan kan örneklerinden tür spesifik ELISA kitleri kullanılarak kan dolaşımındaki miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeyleri belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada (Kowalik ve diğerleri, 2020), farklı egzersiz disiplinlerine sahip Arap atları için bu yöntem uygulanmış ve mevsime bağlı irisin konsantrasyonundaki farklılığı ortaya koymuşlardır.

Araştırmada elde edilen korelasyon sonuçları, yaştan hem yarış performansı hem de bazı biyobelirteç düzeyleri üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Atın yaşı arttıkça yarış yarış performansını düşmektedir. Bu durum kas yapısındaki dönüşümler, metabolik yavaşlama ve kardiyovasküler sistem kapasitesindeki azalma ile açıklanabilir (Evans, 2007). Aynı zamanda, yaşla birlikte irisin düzeyinde de anlamlı bir azalma gözlenmiştir; bu durum, yaşlanan bireylerde kas aktivitesine yanıt olarak salınan irisin hormonunun düzeylerinde düşüş olduğu yönündeki literatürle uyumludur (Boström ve diğerleri, 2012). Yarış performansı ile miyostatin düzeyi arasındaki pozitif ilişki, miyostatin düzeylerinin hızlı koşan bireylerde daha yüksek olduğunu göstermekte olup, bunun kas gücünü regüle eden dengeleyici bir mekanizma olabileceği düşünülmektedir.

Miyostatin, irisin ve eritropoetin arasındaki anlamlı pozitif ilişkiler, bu biyobelirteçlerin kas metabolizması ve oksijen taşıma kapasitesi ile birlikte regüle olabileceğine işaret etmektedir. Özellikle miyostatin ile irisin arasındaki ilişki, kas hipertrofisini baskılayan miyostatin ile kas aktivitesine bağlı olarak artan irisin arasındaki olası karşılıklı dengeyi göstermektedir. İrisin, miyoblastlarda protein sentezini ve miyojenik farklılaşmayı artırıcı özellikler göstererek kas büyümesine katkı sağlamaktadır. (Reza ve diğerleri, 2017).

Sonuç olarak, miyostatin ve irisin arasındaki pozitif korelasyon; kas homeostazı, adaptasyon ve metabolik regülasyonda bu myokinlerin birlikte çalıştığını düşündürmektedir. Özellikle egzersizle indüklenen adaptasyon süreçleri, hem miyostatinin kas büyümesini sınırlayıcı etkisiyle hem de irisinin metabolik düzenleyici rolüyle açıklanabilir. Ancak insanlardaki miyostatin ve irisin ilişkisinin yönü, metabolik durumlara bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle miyostatinin baskı altına alındığı veya irisinin arttığı durumlarda hangi mekanizmaların devreye girdiğini açıklamak için kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.1. Yarış Performansı

Araştırmada elde edilen bulgular, ırkın yarış performansı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 7). İngiliz atlarının daha yüksek hız değerlerine ulaşması, bu ırkın tarihsel olarak kısa ve orta mesafeli düz koşulara yönelik seleksiyona tabi tutulmasından kaynaklanıyor olabilir (Hill ve diğerleri, 2010). Ayrıca İngiliz atları, daha güçlü kas yapıları ve daha yüksek anaerobik kapasiteye sahip olmalarıyla da bilinmektedir (Eto ve diğerleri, 2004).

Benzer sonuçlar düz koşu performansı üzerine yapılan diğer çalışmalarda da gözlenmiştir. Bower ve diğerleri (2012), İngiliz atlarının genetik altyapılarından dolayı sprint mesafelerinde Arap atlarına kıyasla daha yüksek hızlara ulaştığını rapor etmiştir. Arap atlarının ise daha dayanıklı olmaları nedeniyle uzun mesafeli yarışlarda tercih edildiği bilinmektedir (Evans, 2000). Bu bağlamda elde edilen bulgular, literatürdeki verilerle uyumlu olup ırk faktörünün performans üzerinde belirgin etkisi olduğu doğrulanmaktadır.

Cinsiyetin yarış performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (Tablo 7).

Bu bulgu, yarış atlarında cinsiyete bağlı hız farklılıklarının belirgin olmayabileceğini ve performansın büyük ölçüde bireysel fizyolojik kapasite, genetik yapı ve antrenman düzeyi gibi diğer faktörlerle şekillendiğini göstermektedir. Yapılan pek çok çalışma bu sonucu destekler niteliktedir (Evans ve Rose, 1988; Harkins ve diğerleri, 1993; Vermeulen ve Evans, 2006).

Araştırma bulguları, yarışlarda dereceye giren atların ortalama hızlarının dereceye giremeyen atların hızlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu

göstermektedir (Tablo 7). Dereceye girme kriterinin yarışta ilk beşe girmek olduğu düşünülürse bu bulgu beklenen bir sonuçtur.

Pist tipi de bulgular arasındaki bir diğer istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olan değişkendir (Tablo 7). Bu sonuçlar, yüzeyin direnç faktörünün hız üzerinde net bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Peterson ve McIlwraith'in (2008) çalışmalarında, çim pistlerin mekanik olarak daha sert ve düşük yüzey direncine sahip olduğu belirtilmiştir. Kum pistler ise nem ve bakım durumuna bağlı olarak daha değişken davranır. Kumun atmosferik koşullardan daha kolay etkilenmesi yarış temposunu doğrudan etkiler. Bu bulgu, çim pistlerin genellikle daha az darbe emici olup daha düşük yüzey direnci sunmasından dolayı atların daha yüksek hızlara ulaşmasına olanak tanıdığı görüşüyle örtüşmektedir (Peterson ve diğerleri, 2008). Bu mekanik farklılıklar, çim pistte daha hızlı koşu sağlayabilir; çünkü atlar daha az enerji kaybedip, daha verimli itiş kuvveti elde edecektir.

Yarış mesafesinin atların yarış performansı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 7). Literatürde mesafenin yarış performansı üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu ve sprint dışındaki mesafelerde performans artışının sınırlı kaldığı raporlanmaktadır (Sharman ve Wilson, 2015).

Araştırma bulgularına göre mevsim, atların yarış performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir (Tablo 7). Literatürde Japonya'daki safkan İngiliz yarış atlarında aylık hız değişiminden anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Takahashi, 2015). Buna karşın Martin ve diğerleri (1996) tarafından yapılmış olan çalışmada yaz aylarında bir miktar hız artışının gözlemlendiği ancak bunun sınırlı bir etkiden ibaret olduğu vurgulanmıştır. Mevsimin yarış performansı üzerindeki etkisini inceleyebilmek için daha büyük örneklemli ve çok sayıda yılı kapsayan çalışmalar gerekebilir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular hem İngiliz hem de Arap atlarında yarış yaşı ilerledikçe ortalama hızda belirgin bir azalma olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 7). Özellikle İngiliz atlarında 2 yaş grubunda elde edilen en yüksek ortalama hız, genç yaşta yarışmaya başlayan bireylerin yarış performansı açısından fizyolojik bir avantaja sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuç, kas kütlelerinin büyüme döneminde maksimal performansa daha kolay ulaşılabilmesi yönündeki literatürle paralellik göstermektedir. Genç atların kas liflerinin elastikiyetinin yüksek olması, tip II (hızlı kasılan) kas liflerinin oranının yaşla birlikte azalma eğiliminde olması gibi biyolojik değişkenler, hız performansını olumlu yönde etkileyebilir (De Meeus D'Argenteuil ve diğerleri, 2021; Kawai ve diğerleri, 2009; Kim ve diğerleri, 2005).

Benzer şekilde Arap atlarında da hız değerlerinin yaşla birlikte azaldığı görülmektedir. Özellikle 4 yaş ve üzeri Arap atlarında ortalama hızın düştüğü tespit edilmiştir.

Araştırma bulguları, ırk ve dereceye girme durumu arasında anlamlı ($P<0,001$) bir etkileşim olduğunu ve bu etkileşimin yarış atlarının hızı üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Tablo 8). En yüksek ortalama hıza dereceye giren İngiliz atları ulaşmış, bunu dereceye giremeyen İngiliz atları takip etmiştir. Arap atlarında ise dereceye giren atların ortalama hızı $14,383\pm0,079$ m/s, dereceye giremeyen atların ortalama hızı ise $13,879\pm0,079$ m/s olarak ölçülmüş ve her iki grubun da İngiliz atlarına kıyasla daha düşük hız değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yarış performansının yalnızca bireysel başarı düzeyinden değil, aynı zamanda genetik temelli ırk farklılıklarından da etkilendiğini göstermektedir.

Araştırmada elde edilen bulgular, ırk ve pist tipi arasındaki etkileşimin yarış atlarının hızı üzerinde anlamlı ($P<0,001$) etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 8). En yüksek ortalama hız değerine çim pistte koşan İngiliz atları ulaşmış, bu grubu kum pistte koşan İngiliz atları takip etmiştir. Arap atlarında ise genel olarak daha düşük hız ortalamaları kaydedilmiş; çim pistte koşan Arap atları, kum pistte koşan Arap atlarına göre daha yüksek hızlara ulaşmıştır. Tüm bu farklar istatistiksel olarak anlamlı ($P<0,001$) bulunmuştur. Bu bulgular, pist tipi ve ırk özelliklerinin birlikte değerlendirildiğinde, yarış performansını önemli ölçüde şekillendirdiğini göstermektedir. Çim pistin, özellikle yüksek hız potansiyeline sahip olan İngiliz atları için daha elverişli bir zemin sunduğu görülmektedir. Çim zemin, genellikle daha esnek ve darbe emici özelliklere sahiptir; bu durum, yüksek süratte koşan atların kas-iskelet sistemine binen yükü azaltarak daha verimli bir koşu mekaniği sunabilir (Chateau ve diğerleri, 2013; Peterson ve diğerleri, 2008; Setterbo ve diğerleri, 2013). Kum pist ise daha yumuşak ve dirençli bir yüzeye sahip olup, atın yerden aldığı itme gücünü azaltabilir ve yorgunluğu artırabilir (Setterbo ve diğerleri 2013). Ayrıca, İngiliz atlarının sprint ve orta mesafe yarışlarına yönelik genetik seleksiyon geçmişleri, kas yapısı ve anaerobik enerji sistemlerinin daha hızlı performansa uygun gelişmesini sağlamıştır (Hill ve diğerleri, 2010). Buna karşın Arap atlarının daha çok dayanıklılık özelliklerine sahip olması, mutlak hız yerine uzun süreli performans kapasitesini ön plana çıkarmaktadır. Pist tipine verdikleri farklı tepkiler, bu fizyolojik farklılıkların bir yansıması olabilir.

Pist uzunluğu dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde, İngiliz atlarının 1600 metre ve altı mesafelerdeki hız ortalamaları ile 1600 metre üzeri ki hız ortalamaları dikkate alınmıştır.

Bu iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($P=0,001$) bulunmuştur (Tablo 8). Arap atlarında da benzer şekilde gruplandırma yapılmıştır ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Her ne kadar Arap atlarında mesafeye bağlı anlamlı bir hız farkı gözlenmemiş olsa da her iki ırk karşılaştırıldığında mesafe uzadıkça hızdaki düşüşün İngiliz atlarında daha belirgin olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum Arap atlarının uzun mesafeli koşulara fizyolojik olarak daha yatkın olduğu yönündeki yaygın kabulü destekler niteliktedir. Arap atlarında yapılan dayanıklılık antrenmanlarının, tip IIA kas lifi oranında artışa ve tip IIB kas lifi oranında azalmaya neden olduğu gösterilmiştir. Bu bulgu, egzersizin kas lifi tiplerinin dağılımı üzerinde önemli değişiklikler oluşturduğunu doğrulamaktadır. Özellikle tip IIA liflerinde gözlenen artış, bu liflerin hem oksidatif hem de glikolitik özellikler taşıması sayesinde uzun süreli ve orta-yüksek şiddetteki performanslarda avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle, uzun mesafe yarışlarında tip IIA lif yoğunluğunun artması, Arap atlarının dayanıklılık performansını destekleyici önemli bir adaptasyon olarak değerlendirilebilir (Ropka-Molik ve diğerleri, 2017).

Yaş, İngiliz atlarında ortalama yarış performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P=0,043$) bir etkiye sahiptir (Tablo 8). Özellikle 2 yaşlı İngiliz atlarının ortalama hızı, 3 yaş ve 3 yaş üzeri bireylerden daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, İngiliz atlarında yaş ilerledikçe sprint kapasitesinde anlamlı bir düşüş olduğunu ortaya koymaktadır. Arap atlarında ise benzer bir düşüş eğilimi gözlenmekle birlikte, farklı yaş grupları arasındaki yarış performansı farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, Arap atlarının hız performansının yaşla birlikte daha az değiştiğini göstermektedir. Arap atlarının dayanıklılık odaklı genetik yapısı ve antrenman biçimi, sprint performansı üzerindeki yaş etkisini sınırlayabilir. Ayrıca, Arap atlarında 3 yaş ve üzerindeki grupların hız ortalamaları arasındaki farklar oldukça küçük olup, biyolojik varyasyonlar veya bireysel yetenek farklılıkları ile açıklanabilir.

Çalışmada elde edilen verilere göre hem cinsiyet hem de ırk faktörlerinin yarış atlarının hız performansı üzerinde anlamlı ($P<0,001$) etkileri olduğu saptanmıştır (Tablo 9). İstatistiksel analizler, İngiliz atlarının hem dişi hem de erkek gruplarında Arap atlarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek ortalama hızlara sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, İngiliz atlarının genetik seleksiyonla sprint performansına uygun şekilde geliştirilmiş olduklarını ve bu üstünlüğün her iki cinsiyette de belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. İngiliz atlarında yüksek oranlarda bulunan hızlı kasılan tip IIB/IIx lifleri, kısa mesafelerde yüksek hızlara ulaşmayı mümkün kılmakta; bu özellik, kas kuvveti ve anaerobik kapasite ile ilişkilendirilmektedir (Miyata ve diğerleri, 2018; Yamano ve diğerleri 2002). Cinsiyet açısından

bakıldığında ise hem Arap hem de İngiliz atlarında erkek bireylerin ortalama hızlarının dişi bireylerden bir miktar yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu farklılık, İngiliz atlarında minimal düzeydeyken, Arap atlarında daha belirgindir. Bu durum, özellikle erkek Arap atlarında cinsiyete bağlı fizyolojik farklılıkların performansa etkisinin daha belirgin olabileceğini düşündürmektedir. Ye ve diğerleri (2021) tarafından yapılan bir çalışmada testosteron hormonunun canlılarda kas kütlesi artışı, kemik yoğunluğu artışı ve dolaşımdaki eritrosit sayısındaki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. Kadınlardaki gibi hormon döngülerine sahip olmayan erkek bireylerde bu hormonun kas protein sentezini uyararak hızlı güç üretimi ile anaerobik kapasiteyi desteklediği tespit edilmiştir. Erkek Arap atlarında bu hormonal etki, kas glikojen depolama kapasitesi, kas lifi büyüklüğü ve azalmış yorgunluk eşiği gibi avantajlarla birleşerek, dişi atlara kıyasla performans farklarının daha net gözlemlenmesine neden olabilir. (Evans, 2007; Grzedzicka ve diğerleri, 2023).

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, kısırak yaşının dişi taylarda yarış performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P=0,014$) bir etkiye sahip olduğunu, erkek taylarda ise bu etkinin anlamlı olmadığını göstermektedir (Tablo 9). Sekiz yaş ve altı kısıraklardan doğan dişi tayların ortalama hızlarının, 8 yaş üstü kısıraklardan doğanlara göre daha yüksek olması, doğum yapan kısırakların fizyolojik durumu ile yavru gelişimi arasındaki ilişkinin cinsiyet temelli olabileceğini düşündürmektedir (Carnevale ve diğerleri, 2020; Wilsher ve Allen, 2003). Erkek atlarda benzer bir farklılık gözlenmemesi, ya bireylerde maternal yaş etkisinin daha düşük olduğunu ya da androjenik hormonların postnatal gelişim sürecinde bu farkı telâfi edebileceğini düşündürmektedir.

Çalışmanın sonuçları, atların cinsiyeti ve yarışlarda dereceye girme durumu arasındaki etkileşimin yarış performansını anlamlı ($P<0,001$) düzeyde etkilediğini ortaya koymuştur (Tablo 9). Erkek ve dereceye giren atlar en yüksek ortalama yarış performansı değerine sahip olurken, bunu dişi ve dereceye giren atlar takip etmiştir. Dereceye giremeyen bireylerde ise erkekler dişilere kıyasla biraz daha yüksek yarış performansı sergilemiş, ancak fark başarı düzeyi kadar belirgin olmamıştır. Dereceye girme durumunun yarışı ilk beş içerisinde bitirmek anlamına geldiği düşünüldüğünde bu beklenen bir sonuçtur. Bu sonuçlar ile cinsiyetin performans üzerindeki etkisi ortaya konulmuş olmaktadır. Bu sonuç, literatürde erkek atların aerobik kapasite ve yarış performansı açısından dişilere kıyasla belirgin avantajlara sahip olduğunu ortaya koyan bulgulara paralellik göstermektedir. Mukai ve diğerleri (2003), erkek

atların aynı hız düzeyinde daha düşük kalp atış hızı sergilediğini, bu nedenle yüksek aerobik kapasiteye işaret ettiğini raporlamıştır.

Araştırma sonuçları, pist tipi ile cinsiyet arasındaki etkileşimin yarış atlarının hız performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı (her iki cinsiyet için $P<0,001$) olduğunu göstermektedir (Tablo 9). Elde edilen sonuçlara göre, çim pistte koşan dişi atlar kum pistte koşan hemcinslerine kıyasla daha yüksek bir ortalama yarış performansı sergilemiştir. Benzer şekilde, erkek atlar da çim pistte koşanlar kum pisttekilere göre anlamlı düzeyde daha hızlı koşmuştur. Bu bulgular hem zemin koşullarının biyomekanik etkilerin hem de cinsiyete özgü fizyolojik yanıtların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Çim pist genel olarak daha az zorlayıcı bir zemindir ve tendon ve kaslar üzerinde daha az mekanik stres oluşturur. Dişi atların daha az kas kütlesine sahip olduğu düşünülürse çevik yapıları sayesinde çim pist üzerinde daha başarılı olmaları beklenebilir. Bu bulgular, pist seçimi ve antrenman planlamasının, maksimum performansa ulaşmak için doğru stratejilerin geliştirilmesinde kritik bir rol oynadığını bir kez daha ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, yarış yaşı, cinsiyet ve ırk değişkenlerine göre atların ortalama hızlarındaki farklılıklar değerlendirilmiş ve özellikle dişilerde yaşın performans üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ($P= 0,026$) bulunmuştur (Tablo 9). Dişi İngiliz atları arasında en yüksek ortalama hız, 2 yaş grubunda ölçülmüş ve bu değer, 3 yaş ve üzeri gruplardan anlamlı derecede yüksektir. Bu sonuç, genç dişi İngiliz atlarının yarış performansı açısından avantajlı olduğunu göstermektedir. Genç yaştaki bireylerde kas kütlesi artışı, yüksek tip II kas lifi oranı, daha kısa toparlanma süresi ve yüksek metabolik verimlilik gibi özellikler sprint performansına katkı sağlamaktadır (Carnerio de Rezende ve diğerleri, 2016). Dişi Arap atlarında ise yaş grupları arasında hız açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Erkek bireyler açısından ise hem İngiliz hem de Arap atlarında yarış yaşı ile hız arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı ortaya konmuştur. Erkek bireylerde testiküler androjenlerin (özellikle testosteron) etkisiyle daha erken yaşta kas hipertrofisi, yüksek tip II kas lifi oranı ve aerobik-anaerobik metabolik kapasitenin daha erken olgunlaşması gibi avantajlar, yaşa bağlı performans düşüşünü dengeleyebilir (Grzedzicka ve diğerleri, 2023). Ayrıca, yaşla birlikte artan yarış tecrübesi, koşu stratejileri ve yarış temposuna uyum yeteneğini geliştirerek hız performansını sabit tutabilir. Bu sonuçlar, dişi bireylerde özellikle İngiliz atları için yarış yaşı ile hız arasında anlamlı bir ilişki olduğunu, ancak erkeklerde bu etkinin gözlenmediğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu bulgular yaş, cinsiyet ve ırk faktörlerinin yarış performansı üzerindeki birleşik

etkilerine dikkat çekmektedir. Özellikle kısa mesafe yarışlarında genç dişi İngiliz atlarının performans açısından tercih edilmesi önerilebilir.

5.2. Miyostatin

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, İngiliz ve Arap atları arasında miyostatin konsantrasyonu açısından gözlenen fark, istatistiksel olarak anlamlılık sınırında ($P=0,056$) bulunmuştur (Tablo 10). Her ne kadar fark istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmasa da bu sonuç ırklar arası genetik ve fizyolojik ayrımların miyostatin üretimine yansımış olabileceğini ve biyolojik potansiyel farklılığa dair bir ipucu olabileceğini düşündürmektedir. Miyostatin, kas büyümesini baskılayan bir protein olup, plazma düzeyleri ile kas kütlesi ve sprint yeteneği arasında doğrudan bir ilişki vardır (Allen ve diğerleri, 2011). İngiliz atları sprint odaklı yarışlarda üstün performans göstermeleriyle bilinir ve bu ırkta daha düşük miyostatin aktivitesi ile ilişkili MSTN g.66493737C>T gibi genetik varyantların yaygın olduğu bildirilmiştir (Hill ve diğerleri, 2010). Arap atları ise daha çok dayanıklılık özellikleri ile ön plana çıkar ve bu ırkta miyostatin inhibisyonunun daha az baskın olması, kas gelişiminin kontrollü seyretmesine neden olabilir. Miyostatinin kas gelişimi üzerindeki etkisi; genetik varyantlar, reseptör duyarlılığı ve miyostatinin farklı formlarına göre çeşitlilik gösterebilir. Bu çalışmada yalnızca kan dolaşımındaki miyostatin düzeyi göz önüne alınmış olup, bu durum kas dokudaki biyolojik aktiviteyi doğrudan temsil etmeyebilir.

Çalışma bulguları, yarışta dereceye giren bireylerin serum miyostatin düzeylerinin, dereceye giremeyen bireylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek ($P=0,008$) olduğunu göstermiştir (Tablo 10). Karşılaşılan bu sonuç, miyostatin düzeylerinin yarış performansı ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Her ne kadar miyostatin, kas gelişimini baskılayan bir protein olarak bilinse de bu molekülün antrenman durumu, kas dokusunun yeniden yapılanması ve metabolik stres yanıtları ile etkileşim içinde olduğu bildirilmektedir (Allen ve diğerleri, 2011). Bu bağlamda, yüksek miyostatin düzeyleri mutlak bir “performans engelleyici” olarak değil, özellikle yüksek yoğunluklu sprint koşullarında kas dokusunun dengeleyici düzenlenmesinde rol oynayan bir parametre olarak değerlendirilebilir. Yarışta dereceye giren atlarda gözlenen yüksek miyostatin düzeyleri, bu bireylerin kas yapılarının daha güçlü regülasyon altında olduğunu ve kas kalitesine yönelik daha etkin bir kontrol mekanizmasına sahip olduklarını gösterebilir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, mevsimsel farklılıkların yarış atlarının serum miyostatin düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P=0,040$) bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 10). Özellikle sonbahar mevsiminde ölçülen miyostatin düzeylerinin diğer mevsimlere kıyasla anlamlı biçimde daha yüksek olması, yıl içindeki çevresel ve fizyolojik değişimlerin miyostatin regülasyonu üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Mevsimler arasındaki farkın yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda biyolojik olarak da anlamlı olabileceği değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar, miyostatin düzeylerinin yıl boyunca değişen çevresel faktörler veya fizyolojik durumlara duyarlı olduğunu göstermektedir. Miyostatin düzeylerinin mevsimsel olarak değişim göstermesi, muhtemelen sıcaklık, nem, fotoperiyot, yem tüketimi, antrenman yoğunluğu ve hormonal ritimlerdeki değişikliklerle ilişkilidir. Araştırmanın İzmir il sınırları içerisinde yürütülmesi, sonuçların Ege Bölgesi'ne özgü iklim koşullarını yansıtması açısından önemlidir. İzmir'in yıl boyunca ılıman ve nemli iklim özellikleri göstermesi, hayvanların mevsimsel adaptasyon süreçlerinde farklı bir fizyolojik yanıt oluşturmaya neden olabilir. Bu bağlamda, miyostatin düzeylerindeki mevsimsel değişimin hem coğrafi bölgeye hem de antrenman programlarına göre farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

İngiliz atlarında miyostatin düzeyinin yarışta dereceye girip girememe durumu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P=0,029$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 11). İngiliz ve dereceye giren atların ortalama miyostatin düzeyi, dereceye giremeyen atların miyostatin düzeyinden daha yüksektir. Yüksek performans sergileyen bireylerde miyostatin düzeylerinin artışı, kas homeostazını korumaya yönelik bir fizyolojik yanıt olabilir. Bu durum, miyostatinin sadece inhibitör değil, aynı zamanda performansla ilgili olarak aktive edilen bir düzenleyici olarak da görev yapabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, Arap atlarında benzer bir eğilim gözlenmekle birlikte fark anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular, İngiliz atlarında miyostatin düzeylerinin yaşın artmasıyla birlikte azalma eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. En yüksek ortalama düzey 2 yaş grubunda ölçülmüş ve yaş ilerledikçe azalmıştır. Bu eğilim, Allen ve diğerleri, (2011) tarafından bildirilen miyostatinin genç bireylerde kas büyümesini sınırlayıcı bir rol üstlendiğini ve yaş ilerledikçe bu baskının azaldığını görüşüyle uyumlu bulunmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamsız ($P=0,052$) bulunmuştur (Tablo 11).

Arap atlarında yaşa bağlı miyostatin düzeylerindeki değişim düzensiz bir dağılım göstermiştir. Yaş grupları arasında belirli düzeyde farklılıklar gözlenirse de bu değişim

istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 11). Arap atlarının dayanıklılığa yönelik fizyolojik adaptasyonları ve miyostatin düzeylerinin yaşa değil, daha çok performans tipi ve antrenman şekline göre değişebileceği yönündeki hipotezleri desteklemektedir (Kowalik ve diğerleri, 2020).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, cinsiyet ve ırk etkileşiminin miyostatin düzeyleri üzerinde farklı etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle dişi bireyler açısından değerlendirildiğinde İngiliz ve Arap atları arasında miyostatin düzeyleri açısından anlamlı ($P=0,038$) bir fark saptanmıştır (Tablo 12). Bu fark, kas gelişimi ve performans kapasitesi açısından ırksal fizyolojik farklılıkların dişilerde daha belirgin olabileceğini düşündürmektedir. İngiliz atlarında sprint odaklı yarış seleksiyonu sonucunda, daha yüksek kas gelişimi potansiyeli için miyostatin düzeylerinin daha yüksek seyredebileceği düşüncesini akla getirmektedir. Buna karşılık, erkek bireylerde miyostatin düzeyleri ırklar arasında benzer bulunmuş, fark istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Bu bulgu, erkek atlarda androjenik etkilerin kas gelişimi üzerindeki etkisinin miyostatinin düzenleyici rolünü baskılayabileceği ihtimalini gündeme getirmektedir. Testosteron gibi anabolik hormonların miyostatin ekspresyonunu baskılayabileceği ve bu nedenle erkek bireylerde miyostatin düzeylerinin daha stabil seyredebildiği bildirilmiştir (Oura ve diğerleri, 2025).

Araştırma sonuçları, cinsiyet ve ana yaşı etkileşiminin serum miyostatin düzeyleri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığını göstermektedir (Tablo 12). Literatürde, yaşlı kısıraklardan doğan taylarda embriyonik gelişim değişiklikleri, uterin mikropotensiyel farklılıklar ve hormonal çevre değişikliklerine bağlı olarak biyolojik etkiler olabileceği bildirilse de (Carnevale ve diğerleri, 2020; Catandi ve diğerleri, 2021), bu etkilerin miyostatin düzeylerine yansımaları konusunda güçlü kanıt bulunmamaktadır. Sonuç olarak, mevcut veriler cinsiyet ve ana yaşı etkileşiminin doğrudan miyostatin düzeyleri üzerinde belirgin etkisinin olmadığını göstermektedir.

Cinsiyet ve dereceye girme durumu birlikte ele alındığında, özellikle dişi atlarda miyostatin düzeylerinde anlamlı bir fark ($P=0,025$) olduğu gözlenmiştir (Tablo 12). Dereceye giren dişi atlarda miyostatin düzeyi, dereceye giremeyen dişilerin miyostatin düzeyinden anlamlı şekilde daha düşüktür. Erkek bireylerde ise benzer bir eğilim gözlenmiş olsa da fark istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır. Bu bulgular, miyostatinin yalnızca kas büyümesini baskılayan bir faktör değil, aynı zamanda performansla ilişkili fizyolojik yanıtların da bir göstergesi olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmada, pist tipi ve cinsiyet etkileşimi miyostatin düzeyleri açısından değerlendirildiğinde, dişi bireylerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($P=0,046$) gözlenmiştir (Tablo12). Çim pistte koşan dişi atların miyostatin düzeyleri, kum pistte koşanlara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık, erkek bireylerde çim ve kum pistte koşanlar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgular, miyostatin düzeylerinin hem cinsiyete özgü fizyolojik yanıtlarla hem de yarışın çevresel koşullarıyla etkileşimli olarak değişebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, İngiliz ve Arap atlarında miyostatin düzeylerinin yaş ve cinsiyet faktörlerine bağlı olarak farklı eğilimler gösterdiğini ortaya koymuştur. Dişi İngiliz atlarında, 2 yaş grubundaki bireylerde miyostatin düzeyleri oldukça yüksek olup, yaş ilerledikçe bu düzey belirgin biçimde azalmıştır. Bu bulgu, miyostatinin genç bireylerde kas büyümesini düzenlemek amacıyla daha aktif salındığını düşündürmektedir. Miyostatin iskelet kası gelişimini baskılayan ve hücre çoğalmasını sınırlayan bir büyüme faktörü olup, özellikle gelişim çağında kas kütlesinin aşırı artışı önlemek üzere rol oynar (McPherron ve diğerleri, 1997; Stinckens ve diğerleri, 2008). Benzer bir yaşa bağlı azalma eğilimi dişi Arap atlarında da gözlenmiştir.

Erkek atlar açısından değerlendirildiğinde, 2 yaş grubunda en yüksek miyostatin düzeyleri yine İngiliz atlarında görülmüş, yaşın ilerlemesi ile birlikte düşme eğilimi göstermiştir. Benzer şekilde, Arap atlarında da yaşa bağlı miyostatin konsantrasyonlarında azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu bulgu, Allen ve diğerleri, (2011) tarafından yapılan çalışmada bildirilen fizyolojik olarak miyostatin düzeylerinin genç yaşta daha yüksek olduğu ve kas büyümesini düzenlemek üzere yaşla birlikte azalabileceği yönündeki saptama ile uyumlu bulunmuştur.

Bu sonuçlar, miyostatin düzeylerinin yaş ve cinsiyet faktörlerinden etkilenebileceğini, ancak bu etkinin bireysel varyasyonlar, antrenman düzeyi ve genetik yapı gibi faktörlerle de şekillendiğini göstermektedir. Miyostatin, kas gelişimi üzerinde önemli bir biyobelirteç olduğundan, özellikle genç yarış atlarının fiziksel kapasitesinin değerlendirilmesinde dikkate alınması önerilmektedir.

5.3. İrisin

Bu çalışmada, atların cinsiyetine göre serum irisin düzeyleri arasındaki farklılık incelenmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda cinsiyetin irisin konsantrasyonları üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (Tablo 13). İrisin, egzersizle indüklenen ve kas dokusundan salınan bir miyokin olup, enerji homeostazı, glukoz metabolizması ve yağ dokusu dönüşümünde önemli roller üstlenmektedir (Boström ve diğerleri, 2012). İnsan ve diğer memelilerde yapılan çalışmalarda irisin düzeylerinin egzersizle arttığı ve bu artışın bireylerin cinsiyetine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği bildirilmiştir. Örneğin, Huh ve diğerleri (2012), kadınlarda istirahatteki irisin düzeylerinin erkeklere kıyasla daha yüksek olabileceğini, ancak bu farkın egzersiz yanıtında ortadan kalktığını raporlamışlardır. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda cinsiyete bağlı irisin farklılığı bulunmadığı da bildirilmiştir (Timmons ve diğerleri, 2012). Bu çelişkili bulgular, hormonal yapı, antrenman düzeyi, yaş, tür ve örnekleme zamanlaması gibi çok sayıda faktörün irisin salınımını etkileyebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, mevcut çalışmada cinsiyete göre gözlenen hafif farkların biyolojik açıdan önemli olabileceği düşünülse de bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmaması, irisin düzeylerinin atlarda cinsiyetten ziyade egzersiz yoğunluğu, antrenman süresi ve bireysel metabolik yanıt gibi değişkenlerle daha yakından ilişkili olabileceğini göstermektedir. Atların yüksek performans gerektiren disiplinlerde benzer antrenman rejimlerine tabi tutulmaları, cinsiyet farkını dengelemiş olabilir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, yarış pistinin yüzey tipine bağlı olarak atların serum irisin düzeylerinde anlamlı ($P<0,001$) farklılıklar oluştuğunu ortaya koymuştur (Tablo 13). Çim pistte koşan taylarda irisin düzeyi kum pistte koşan atların irisin düzeyine kıyasla belirgin derecede daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, pist yüzeyinin mekanik ve fizyolojik etkilerinin kas-iskelet sistemi yanıtlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Çim pistlerin daha yumuşak ve daha az zorlayıcı yapısı daha uzun süreli ve düzenli kas kontraksiyonlarına yol açarak kas liflerinin daha aktif olmasına ve irisin salınım düzeyinin artmasına yol açmış olabilir. Buna karşılık, kum pistlerin sertliği ve yüksek darbe etkisi daha kısa süreli kas aktivitesine neden olup irisin salınımını sınırlayabilir. Tüm bunların yanı sıra yarış atlarının daha başarılı olacağı düşünülen pist tiplerinde yarıştırılması sonucu şekillenen bir seleksiyon da söz konusudur. İrisinin pist tipi ile olan ilişkisinin ortaya konulması için aynı bireylerin hem kum hem de çimde

koştuğu verilerin değerlendirilmesinin yanı sıra tekrarlı ölçümlerin alınması daha sağlıklı sonuçlar alınmasına destek olacaktır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, serum irisin düzeylerinin mevsimsel değişkenlik gösterdiğini ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı ($P=0,001$) olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 13). Özellikle kış mevsiminde irisin düzeylerinin en düşük düzeyde olduğu, sonbaharda ise en yüksek değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir. İlkbahar ve yaz aylarında ise irisin düzeyleri mevsimsel geçişlere paralel olarak kademeli bir artış eğilimi göstermiştir. Bu sonuçlar, irisin hormonunun çevresel koşullara ve mevsimsel fizyolojik adaptasyonlara duyarlı olduğunu göstermektedir. Özellikle sonbahar ve yaz aylarında irisin düzeylerinin belirgin şekilde yüksek seyretmesi, bu mevsimlerdeki antrenman yoğunluğu, çevresel sıcaklık ve kas aktivitesi ile ilişkili olabilir. Ayrıca, sonbahar döneminde yarı sezonunun devam etmesi, bireylerin hâlen aktif antrenman programlarına dahil olmasıyla da ilişkilendirilebilir. Diğer taraftan, kış aylarında kaydedilen düşük irisin düzeyleri, daha az fiziksel aktivite ve antrenman sıklığının azalmasıyla açıklanabilir. Bu bulgular, irisin hormonunun mevsimsel egzersiz düzeni ve fizyolojik adaptasyonlarla birlikte değerlendirildiğinde, önemli bir biyobelirteç olabileceğine işaret etmektedir. Ancak irisin salınımının sadece egzersiz değil, aynı zamanda termoregülasyon, hormonal dalgalanmalar ve enerji metabolizması gibi çoklu mekanizmalarla da ilişkili olduğu göz önünde bulundurularak daha kapsamlı çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

İngiliz atlarında, 2 yaş grubundaki bireylerde ortalama irisin düzeyi en yüksek değere sahiptir. Bu değer, yaşın ilerlemesi ile azalma eğilimi göstermiştir (Tablo 13). Her ne kadar bu düşüş istatistiksel olarak sınırlı düzeyde kalsa da genel olarak irisin düzeyi ile yaş arasında negatif anlamlı bir korelasyon olduğu ($r = -0,165$, $P = 0,029$) gözlenmektedir (Tablo 6). Egzersize bağlı olarak artan irisin düzeyleri, genç bireylerde daha yüksek antrenman duyarlılığı ve kas aktivitesiyle ilişkili olabilir (Aydın ve diğerleri, 2014; Seo ve diğerleri, 2020).

Arap atlarında ise yaşa bağlı irisin düzeylerindeki değişim daha belirgindir. 3 yaş grubunda irisin düzeyi en yüksek düzeyde ölçülmüş; bu değer 4 yaşta anlamlı şekilde azalarak düşmüş, 4 yaş üzeri grupta ise hafif bir artış görülmüştür, ancak bu değer 3 yaş düzeyine ulaşmamıştır. Bu sonuç, irisin düzeylerinin yarı yaşına bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini ve özellikle 3 yaş civarında zirve yaptığını göstermektedir (Tablo 13). Bu durum, atlarda optimal kas performansı ve metabolik aktivitenin 3 yaşta en yüksek düzeye ulaştığına işaret edebilir. Literatürde, irisin düzeylerinin egzersiz süresi ve yoğunluğu ile pozitif korelasyon

gösterdiği (Aydın ve diğerleri, 2014), ayrıca yaşla birlikte kas kitlesinde ve metabolik aktivitede görülen azalmaların irisin düzeylerini de düşürdüğü belirtilmektedir (Polyzos ve diğerleri, 2018). Bu bağlamda, Arap atlarında 4 yaş ve üzeri grupta gözlenen irisin düşüşü, yaşa bağlı kas verimliliği ve enerji dönüşüm kapasitesindeki azalmayla açıklanabilir.

Bu çalışmada, atların irisin düzeylerinin pist tipi ve ırk etkileşimine göre farklılık gösterip göstermediği değerlendirilmiştir. Bulgular hem İngiliz hem de Arap atlarında pist tipi ile irisin düzeyi arasında anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 14). İngiliz atlarında, çim pistte koşanların ortalama irisin düzeyi, kum pistte koşanların irisin düzeyinden daha yüksek olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,002$). Arap atlarında da benzer bir eğilim söz konusudur ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0,027$). Her iki ırkta da çim pistte koşan atların ortalama irisin düzeylerinin belirgin olarak daha yüksek olması fiziksel aktivite ve irisin salınımı arasındaki olumlu etkiyi akla getirmektedir. İrisin, kas kasılmasıyla salınan ve egzersizle uyarılan bir miyokin olduğu ve fiziksel aktivite düzeyleriyle ilişkili olarak serumda artış gösterdiği için çim pistte koşan atlarda irisin düzeyinin artması beklenen bir sonuçtur (Boström ve diğerleri, 2012). Çim pistler genellikle daha doğal, esnek ve kas-sinir koordinasyonunu daha çok uyarıcı bir zemin sunarken, kum pistlerin darbeyi absorbe etme kapasitesi daha yüksektir, fakat bu durum performans sırasında daha fazla enerji kaybına neden olabilir. Bu bağlamda, çim pistte koşan tayların daha yüksek düzeyde kas aktivitesi ve daha fazla mekanik yüklenmeye maruz kalmaları, irisin düzeylerinin anlamlı olarak daha yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir.

Araştırmada, yarış atlarının serum irisin düzeylerinin ırk ve mevsim etkileşimine göre anlamlı farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Tablo 14). İngiliz atlarında, irisin düzeyleri mevsime göre artış göstermiş ve sonbaharda belirgin bir yükselişle en yüksek düzeye ulaşmıştır. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($P=0,023$). Arap atlarında ise benzer bir eğilim gözlenmiş olup, fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P=0,024$). Bu bulgular, mevsimsel değişimlerin her iki ırkta da serum irisin düzeylerini etkilediğini göstermektedir.

Bu çalışmada, İngiliz ve Arap atlarında farklı yarış yaş gruplarının serum irisin düzeyleri karşılaştırılmış ve özellikle Arap atlarında yaşa bağlı anlamlı değişimler tespit edilmiştir (Tablo 14). İngiliz atlarında, 2 yaş grubunda irisin düzeyi en yüksek düzeyde gözlenmiş ve yaşın artması ile birlikte gerileme eğilimi göstermiştir. Ancak yaş grupları arasında görülen farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, İngiliz atlarında irisin düzeylerinin yarış yaşı boyunca göreceli bir stabilite gösterdiğini, dolayısıyla yaşın irisin

üretimi üzerinde belirleyici bir faktör olmayabileceğini düşündürmektedir. Egzersizle ilişkili olarak irisin düzeylerinin bireysel antrenman yoğunluğu ve kas kitlesi ile daha yakından ilişkili olabileceği bildirilmektedir (Aydın ve diğerleri, 2014). Buna karşın, Arap atlarında yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark saptanmıştır ($P=0,003$). En yüksek irisin düzeyi 3 yaş grubunda ($2,639\pm0,178$ µg/ml) gözlemlenirken devam eden yaşlarda azalma ve ardından yeniden artma eğilimi göstermiştir. Bu bulgu, Arap atlarında 3 yaş döneminin kas aktivitesi ve metabolik verimlilik açısından zirve yaş dönemi olduğunu düşündürmektedir. Bu yaş grubunda egzersiz yanıtı daha güçlü olup, irisin salınımı da buna paralel olarak yüksek düzeyde gerçekleşiyor olabilir.

İrisin düzeylerinin cinsiyet ve yarış pisti tipi etkileşimi çerçevesinde değerlendirildiği analizlerde hem dişi hem de erkek gruplarda çim pistte koşan atların kum pistte koşanlara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek (dişiler için $P=0,022$, erkekler için $P=0,008$) serum irisin düzeylerine sahip olduğu saptanmıştır (Tablo 15). Özellikle dişi atlarda, çimde koşan bireylerde ortalama irisin düzeyi kumda koşanların irisin düzeyine göre belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde erkek atlarda çim pistte koşanların irisin düzeyi ortalaması da kum pistte koşanların irisin düzeyi ortalamasına göre daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmada irisin düzeylerinin yılın mevsimlerine göre cinsiyet temelinde karşılaştırılması hem dişi hem de erkek bireylerde mevsimsel değişimlerin biyokimyasal yanıtlar üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur (Tablo 15). Dişi atlarda, irisin düzeylerinin yaz ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı biçimde arttığı belirlenmiştir ($P=0,009$). Yaz mevsiminde elde edilen değerler, kış aylarına kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Erkek atlarda da mevsimsel farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P=0,020$). Bu grupta en düşük irisin düzeyleri ilkbaharda, en yüksek düzeyler ise sonbaharda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, mevsimsel sıcaklık, gün uzunluğu ve çevresel koşullardaki değişimlerin hormonal sistem ve enerji metabolizması üzerindeki etkilerinin, irisin salınımını da etkileyebileceğini göstermektedir.

İngiliz ve Arap atlarında cinsiyet ve yarış yaşı değişkenlerine göre irisin düzeyleri karşılaştırılmıştır (Tablo 15). Dişi Arap atlarında, yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiş ($P=0,004$), bu durum irisin düzeylerinin yaşa bağlı olarak belirgin değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymuştur. Dişi Arap atlarında, 3 yaş grubunda serum irisin düzeyi en yüksek düzeyde saptanmış ve bu değer, 4 yaş grubunda anlamlı şekilde azalmıştır. Bu durum, 4 yaş döneminde irisin düzeylerinde anlamlı bir düşüş olduğunu ve bu

düşüşün fizyolojik ya da çevresel faktörlerden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. İrisin düzeylerinin kas kütlesi, antrenman düzeyi ve metabolik aktiviteyle yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (Boström ve diğerleri, 2012). Üç yaşta gözlenen yüksek düzey, kas aktivitesinin ve metabolik işlevlerin zirvede olduğu dönemi yansıtır olabilir. Dört yaşta ise muhtemelen antrenman yoğunluğu, hormonal değişiklikler veya fizyolojik adaptasyonlar nedeniyle bu düzey düşmekte, ancak 4 yaş ve üzerinde bu düşüş telafi edilmektedir. Bu geri artış, yaşlı bireylerde irisin düzeylerinin yalnızca kas aktivitesiyle değil, muhtemelen başka mekanizmalarla da regüle edildiğini düşündürmektedir.

Dişi İngiliz atlarında ise yaşa bağlı irisin düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 15). Ortalama değerler yaşla birlikte azalma eğilimi göstermiş olsa da bu farklar varyans içerisinde kalmıştır. Bu durum, İngiliz atlarında yaşa bağlı irisin salınımının daha stabil seyrettiğini veya bireysel antrenman farklılıklarının grup düzeyinde anlamlı fark oluşturmadığını düşündürülebilir. Erkeklerde hem İngiliz hem de Arap atlarında yaş grupları arasında irisin düzeyleri bakımından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma irisin düzeylerinin özellikle dişi Arap atlarında yaşa duyarlı şekilde değiştiğini, performans takibinde ve antrenman planlamasında yaş ve cinsiyet gibi bireysel değişkenlerin biyokimyasal düzeyde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.4. Eritropoetin

Çalışmada elde edilen bulgular, İngiliz ve Arap atları arasında serum eritropoetin düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir (Tablo 16). Her iki ırkta da ölçülen değerlerin benzerlik göstermesi ve güven aralıklarının büyük ölçüde örtüşmesi, farklı genetik kökenlere sahip olmalarına rağmen dinlenme halindeki eritropoetin düzeylerinin birbirine yakın olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, eritropoetin düzeylerinin tür içi genetik farklılıklardan ziyade diğer fizyolojik veya çevresel faktörlere daha duyarlı olabileceğini düşündürmektedir. Eritropoetin, eritrosit üretimini uyaran ve dolayısıyla oksijen taşıma kapasitesini etkileyen temel bir hormondur (Jelkmann, 2011). Aerobik performans kapasitesinin artırılmasında önemli rol oynayan bu hormon, özellikle dayanıklılık sporlarında fizyolojik adaptasyonların belirleyicisi olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmada, dişi ve erkek atların serum eritropoetin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 16). Her iki cinsiyet grubunda da elde edilen değerlerin benzerlik göstermesi ve güven aralıklarının büyük ölçüde örtüşmesi, eritropoetin düzeylerinin yalnızca istatistiksel açıdan değil, biyolojik olarak da benzer olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, cinsiyetin dinlenme halindeki serum eritropoetin düzeyleri üzerinde belirleyici bir faktör olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, literatürde eritropoetin düzeylerinin egzersiz ağırlığı, oksijen talebi ve adaptasyon gereksinmelerine bağlı olarak değiştiği, ancak cinsiyetin bu hormonun dinlenme düzeyi üzerindeki etkisinin sınırlı olduğuna dair kanıtlarla uyumludur (Coronado Daza ve Cuchi, 2019). Örneğin, Arap atlarında yapılan çalışmalarda eritropoetin düzeylerinin yaşa ve cinsiyete bağlı olarak değişmediği ve spora hazır referans değerlerin oluşturulabileceği belirtilmiştir (Fonteque ve diğerleri, 2012). Cinsiyet hormonlarının hematopoez üzerinde bazı etkileri olmasına rağmen, bu çalışmada gözlenen farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, atlarda cinsiyete bağlı fizyolojik değişimlerin eritropoetin üretimi üzerinde minimal etkisi olabileceğini düşündürmektedir.

Yarış atlarında yaşın serum eritropoetin düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiş ve hem İngiliz hem de Arap atlarında farklı yaş grupları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo 16). Eritropoetin, temel olarak böbreklerde sentezlenen ve eritropoez sürecini düzenleyen bir glikoprotein hormondur. Hipoksi gibi durumlarda salınımı artar ve kırmızı kan hücresi üretimini teşvik eder, böylece dokulara oksijen taşıma kapasitesini artırır (Jelkmann, 2011). İngiliz atlarında, yaş grupları arasında serum eritropoetin düzeylerinde düşüş eğilimi gözlemlenmiştir. Genç yaş grubunda daha yüksek düzeylerde saptanan eritropoetin miktarı, yaş ilerledikçe kademeli olarak azalmıştır. Bu durum, yaşla birlikte eritropoetin üretiminde sınırlı bir azalma olabileceğini düşündürse de elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu eğilimin arkasında, yaşa bağlı azalan antrenman yoğunluğu, dokuların oksijen ihtiyacındaki değişim veya bireysel fizyolojik farklılıklar gibi faktörler etkili olabilir.

Bu çalışmada, İngiliz ve Arap atlarında farklı mevsimlerin serum eritropoetin düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir (Tablo 17). İngiliz ve Arap atlarında mevsimlere göre değişen eritropoetin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgular, mevsimsel çevresel koşulların eritropoetin düzeyleri üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Her iki ırkta da eritropoetin düzeylerinin yaz ve sonbahar aylarında arttığı gözlemlenmiştir. Mevsimsel değişikliklerin hematolojik parametreler ve hormonal yanıtlar üzerindeki etkisi daha önce yapılan çalışmalarda da vurgulanmıştır (Mazzeo, 2008). Özellikle

sıcaklık, nem, gün uzunluğu ve antrenman yoğunluğundaki mevsimsel farklılıklar, eritropoetin üretimini etkileyebilecek çevresel faktörler arasında yer almaktadır. Yaz ve sonbahar aylarında artan egzersiz süresi ve sıcaklık, dokuların oksijen ihtiyacını artırarak böbreklerde eritropoetin sentezini uyurabilir.

İngiliz ve Arap atlarında farklı yarış yaş gruplarının serum eritropoetin düzeyleri karşılaştırılmış, ancak her iki ırkta da yaşın eritropoetin düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır (Tablo 17). İngiliz ve Arap atlarında yaş gruplarına göre serum eritropoetin düzeyleri incelendiğinde, yaş ilerledikçe azalma eğilimi gözlemlenmiştir ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Eritropoetin düzeylerinin özellikle akut egzersiz yanıtı sonrası artış gösterdiği ve dinlenme dönemlerinde bazal düzeylere geri döndüğü bilinmektedir (Jelkmann, 2011). Bu bulgular, yarış atlarında yaş değişkeninin tek başına eritropoetin düzeylerinde anlamlı farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, antrenman yükü, çevresel oksijen düzeyi, hidrasyon durumu ve bireysel performans düzeyi gibi değişkenlerin eritropoetin salınımı üzerinde daha etkili olduğu kabul edilmektedir (Gore ve diğerleri, 2007; Jelkmann, 2011). Atların hematolojik performans profili değerlendirildiğinde, düzeylerinin anlık değil, uzun süreli takiplerle ve antrenman durumuyla birlikte ele alınması daha anlamlı sonuçlar sağlayabilir.

Bu çalışmada yarış atlarının cinsiyetleri ile; ırk, ana yaşı, dereceye girme durumu, pist tipi, pist uzunluğu, mevsim ve yaş gibi faktörlerin etkileşimleri ele alınmıştır. Tüm bu faktörler açısından yapılan değerlendirmede grupların eritropoetin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine ulaşan bir farklılık görülmemiştir (Tablo 18).

Eritropoetin düzeylerinin yaşa bağlı olarak belirgin değişiklik göstermemesi, hormonun fizyolojik düzenlenmesinde egzersiz şiddeti, hipoksiye maruziyet, bireysel antrenman adaptasyonları ve plazma hacmi gibi birçok faktörün etkili olmasından kaynaklanabilir. Özellikle iyi antrene olmuş atlarda bazal eritropoetin düzeyleri stabil seyredebilir ve yalnızca akut hipoksik uyarılarla belirgin artışlar gözlenebilir (Jelkmann, 2011). Sonuç olarak, bu bulgular yaşın tek başına eritropoetin düzeylerini değiştirmede belirleyici bir faktör olmadığını, ancak özellikle ileri yaş Arap dişi atlarda eritropoetin salınımında bireysel farkların artabileceğini göstermektedir. Eritropoetin düzeylerinin değerlendirilmesinde yaş kadar antrenman düzeyi, çevresel koşullar ve bireysel fizyoloji de dikkate alınmalıdır. Daha geniş örneklem gruplarıyla yapılacak ileri çalışmalar, bu parametrelerin klinik veya performans düzeyindeki yansımalarını daha net ortaya koyabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Atlarda yarış performansı çok değişkene dayalı olan, güncelliğini koruyan ve üzerinde yapılan çalışmaların devam ettiği ve her geçen gün geliştiği bir konudur. Sunulan tez çalışması, İngiliz ve Arap atlarında ırk, yaş, cinsiyet, ana yaşı, mevsim ve çeşitli yarış özelliklerinin yarış performansı üzerindeki etkileri ile birlikte kandaki miyostatin, irisin ve eritropoetin düzeylerinin değişimini incelemiş ve konuyla ilgili referans olabilecek noktalar saptamıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler detaylı analizlerle incelenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışma sayısının kısıtlı olması nedeniyle benzer olan çalışmalarla kıyaslanmış ve veriler yorumlanmıştır. Bu kapsamlı değerlendirme sonucunda tez çalışmasının ortaya koyduğu veriler şu şekilde özetlenebilir:

- İngiliz ve Arap atları arasında yarış performansı yönünden anlamlı bir fark ortaya çıkmış ve bu farklılığın aynı ırktan olan farklı cinsiyetteki bireylerde söz konusu olmadığı saptanmıştır.
- Çim pistte koşan atların kum pistte koşan atlardan daha iyi yarış performansına sahip olduğu gözlenmiştir.
- Dereceye giren atların miyostatin düzeylerinin dereceye giremeyen atlara göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Miyostatin ve irisin konsantrasyonlarının mevsime bağlı olarak anlamlı düzeyde değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.
- Dişi atlarda ırklar arası yapılan değerlendirmede miyostatin düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu saptanmıştır.
- Çim pistte koşan atlarda irisin düzeylerinin daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır.
- Eritropoetin için yapılan değerlendirmelerde gruplar arasında küçük farklar görülse de bu farklar istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine ulaşamamıştır.
- Yarış yaşına bağlı olarak yarış performansı ve irisin düzeylerinde anlamlı farklılıkların olduğu, miyostatin düzeylerinde ise anlamlı düzeyde fark olmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışma, Türkiye’de bu kapsamda gerçekleştirilen ilk çalışmalardan biridir ve bu nedenle özgün araştırma olma niteliği taşımaktadır. Elde edilen bulgular, yarış atlarında biyobelirteç düzeylerinin performans parametreleriyle ilişkilendirilmesinde kullanılabilecek

bilimsel temeller sunmakta ve literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Bu bağlamda, gelecek araştırmaların daha geniş ve derinlemesine tasarlanması önerilmektedir.

İleride gerçekleştirilecek çalışmalarda, örneklem sayısının artırılması, istatistiksel gücü yükselterek alt gruplar arasındaki farkların daha net değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca tekrarlı örnekleme ve daha uzun süreli veri takibi, biyobelirteçlerin zamana bağlı değişimini izleme imkânı sunarak daha güçlü biyolojik yorumlara olanak tanıyacaktır.

Özellikle miyostatin düzeyi açısından, sadece serum düzeylerinin değil aynı zamanda kas dokusu içerisindeki MSTN ekspresyonunun da değerlendirilmesi, elde edilen verilerin kas biyolojisi ile doğrudan ilişkilendirilmesini mümkün kılacaktır. Bu doğrultuda, etik koşulların sağlandığı durumlarda kas biyopsisi alınarak yapılacak analizler, biyobelirteç düzeylerinin doku temelli fizyolojik yansımalarını daha net ortaya koyacaktır.

Gelecek araştırmalarda, kas içi miyostatin gen ekspresyonu, bu proteine ait reseptör düzeyleri ve ilgili genetik polimorfizmler birlikte incelenmelidir. Böylece, miyostatin düzeylerindeki bireysel farklılıkların genetik ve transkripsiyonel düzeyde açıklanması mümkün olacak; sonuçlar daha biyolojik temellere oturtulabilecektir.

Eritropoetin değişkeni açısından ise, bu çalışmada kısrak yaşı belirleyici bir faktör olarak öne çıkmamış; ancak ırka özgü fizyolojik farklılıklar ve bireysel varyasyonların eritropoetin düzeylerini etkileyebilecek potansiyel unsurlar olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda maternal-fetal oksijenizasyon, doğum sırasında oluşabilecek anemi riski, tayın doğum ağırlığı ve antrenman yoğunluğu gibi çevresel ve fizyolojik parametrelerin birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Alhaddad, H., Powell, B.B., Del Pinto, L., Sutter, N., Brooks, S.A., Alhajeri, B.H. (2024). Geometric morphometrics of face profile across horse breeds and within Arabian horses, *Journal of Equine Veterinary Science*, 132, 104980. doi: 10.1016/j.jevs.2023.104980.
- Allen, D.L., Hittel, D.S., McPherron, A.C. (2011). Expression and function of myostatin in obesity, diabetes, and exercise adaptation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 43 (10), 1828–1835. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182178bb4.
- Allen, W.R., Wilsher, S., Stewart, F., Ousey, J., Fowden, A. (2002). The influence of maternal size on placental, fetal and postnatal growth in the horse. II. Endocrinology of pregnancy. *Journal of Endocrinology*, 172 (2), 237–46.
- Alsayed, M.M., Ahmed, M.F., Hashem, M.A., Maaty, A.I., El-Kherbetawy, M.K., Hassan, M.M., Sallam, A.A. (2025). Tibial nerve repair in a dog model: Effect of local and systemic administration of erythropoietin. *Journal of Hand Surgery*. 50 (5); 615.e1-615.e11.
- Altuntaş, M. (2000). Geçmişten günümüze at, *Türk Veteriner Hekimleri Dergisi*, 1 (2), 37.
- Archundia-Herrera, C., Macias-Cervantes, M., Ruiz-Muñoz, B., Vargas-Ortiz, K., Kornhauser, C., Perez-Vasquez, V. (2017). Muscle irisin response to aerobic vs HIIT in overweight female adolescents. *Diabetology & Metabolic Syndrome* 28; 9: 101. doi: 10.1186/s13098-017-0302-5.
- Arıkan, Ş., Akın, G. (2019). İrisin ve egzersiz. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 106–114.
- Arıtürk, E., Yalçın, B.C., (1966). Hayvan Yetiştirirmede Seleksiyon, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Ankara
- Arpacık, R., (1999). At Yetiştiriciliği, Şahin Matbaası, Ankara.
- Aslan, R., (2017). Spor Atları, Nobel Akademik Yayıncılık Akademik Danışmanlık, Ankara.
- Aydin, S., Kuloglu, T., Aydin, S., Eren, M.N., Celik, A., Yilmaz, M., ... Dabak, O. (2014). Cardiac, skeletal muscle and serum irisin responses to with or without water exercise in young and old male rats: cardiac muscle produces more irisin than skeletal muscle. *Peptides*. 52: 68–73. doi: 10.1016/j.peptides.2013.11.024.

- Bağla, A.G., İçkin, M. (2012). Eritropoetin ve kardiyovasküler sistem. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 148–153.
- Bailey, E., Brooks, S. (2012). *Horse Genetics*, CAB International, Boston.
- Baker, J.M., Parise, G. (2016). Skeletal muscle erythropoietin expression is responsive to hypoxia and exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 48 (7), 1294–301.
- Barron, J.K. (1995). The effect of maternal age and parity on the racing performance throughbred horses, *Equine Veterinary Journal*, 27 (1), 73–75.
- Bassett, D.R., Howley, E.T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 32 (1): 70–84. doi: 10.1097/00005768-200001000-00012.
- Bennett, D., Hoffman, R.S. (1999). *Equus caballus*. *Mammalian Species* 628: 1–14.
- Berghold P, Möstl E, Aurich C. (2007). Effects of reproductive status and management on cortisol secretion and fertility of oestrous horse mares. *Animal Reproduction Science*. 102 (3-4), 276-85. doi: 10.1016/j.anireprosci.2006.11.009.
- Blades, B.S. (2006). *Aurignacian Lithic Economy: Ecological Perspectives from Southwestern France*, Springer Science & Business Media, NewYork.
- Bond, N.D., Guo, J., Hall, K.D., McPherron, A.C. (2016). Modeling energy dynamics in mice with skeletal muscle hypertrophy fed high calorie diets. *International Journal of Biological Sciences*, 12 (5), 617-630. doi: 10.7150/ijbs.13525.
- Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M.P., Korde, A., Ye, L., Lo, J.C., ... Spiegelman, B.M. (2012). A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of White fat and thermogenesis. *Nature*, 481 (7382), 463-468. doi: 10.1038/nature10777.
- Bou, T., Ding, W., Ren, X., Liu, H., Gong, W., Jia, Z., ... Bai, D. (2023). Muscle fibre transition and transcriptional changes of horse skeletal muscles during traditional Mongolian endurance training. *Equine Veterinary Journal*. 56 (1), 178–192. doi: 10.1111/evj.13968.
- Bower, M.A., McGivney, B.A., Campana, M.G., Gu, J., Andersson, L.S., Barrett, E., ... Hill, E.W. (2012). The genetic origin and history of speed in the Thoroughbred racehorse. *Nature Communications*. 3, 643. doi: 10.1038/ncomms1644.

- Brines, M., Cerami, A. (2005). Emerging biological roles for erythropoietin in the nervous system. *Nature Reviews Neuroscience*. 6 (6), 484–494. doi: 10.1038/nrn1687.
- Brown-Douglas, C.G., Pagan, J.D., Stromberg, A.J. (2006) Thoroughbred growth and future racing performance. In J.D. Pagan (Ed.), *Advances in Equine Nutrition IV*. 231–245. Nottingham, UK: Nottingham University Press.
- Bulğay, C., Zorba, E., Ergün, M.A. (2021). MCT1 geninin sporcu performansına etkisi: derleme çalışması. *Gazi Medical Journal*, 32 (4), 614–617.
- Bulur, Ş., Dikici, S., Demir, Ş., Ankaralı, S., (2012). Eritropoetinin santral sinir sistemindeki nöroprotektif etkileri. *Düzce Medical Journal*, 14 (2), 66–69.
- Carnerio de Rezende, A.S., Fonseca, M.G., Jordao, L.R., De Freitas D'Angelis, F.H., De Almeida, M.L.M., De Queiroz Neto, A., De Camargo Ferraz, G. (2016). Skeletal muscle fiber composition of untrained Mangalarga Marchador fillies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 36, 101–104. doi:10.1016/j.jevs.2015.11.005
- Carnevale, E.M., Catandi, G.D., Fresa, K. (2020). Equine aging and the oocyte: a potential model for reproductive aging in women, *Journal of Equine Veterinary Science*, 89, 103022, doi: 10.1016/j.jevs.2020.103022.
- Catandi, G.D., Obeidat, Y.M., Broeckling, C.D., Chen, T.W., Chicco, A.J., Carnevale, E.M. (2021). Equine maternal aging affects oocyte lipid content, metabolic function and developmental potential. *Reproduction*. 161 (4), 399–409. doi: 10.1530/REP-20-0494.
- Chateau, H., Camus, M., Holden-Douilly, L., Falala, S., Ravary, B., Vergari, C., ... Crevier-Denoix, N. (2013). Kinetics of the forelimb in horses circling on different ground surfaces at the trot. *The Veterinary Journal*. 198, 20-6. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.09.028.
- Chen, X., Sun, K., Zhao, S., Geng, T., Fan, X., Sun, S., ... Jin, Q. (2020). Irisin promotes osteogenic differentiation of bone marrow mesenchymal stem cells by activating autophagy via the Wnt/beta-catenin signal pathway. *Cytokine* 136:155292. doi: 10.1016/j.cyto.2020.155292.
- Clop, A., Marcq, F., Takeda, H., Pirottin, D., Tordoir, X., Bibe, B., ... Georges, M. (2006). A mutation creating a potential illegitimate splice site in the myostatin gene causes muscular hypertrophy in sheep. *Nature Genetics*, 38 (7), 813–818.

- Colaïanni, G., Cuscito, C., Mongelli, T., Oranger, A., Mori, G., Brunetti, G., ... Grano, M. (2014). Irisin enhances osteoblast differentiation *in vitro*. *International Journal of Endocrinology*, 2014:902186. doi: 10.1155/2014/902186.
- Coronado Daza J.A., Cuchi G.U. (2019). Gender differences in dose of erythropoietin to maintain hemoglobin target in hemodialysis patients. *Indian Journal of Nephrology*. 29(3):160-165. doi: 10.4103/ijn.IJN_124_18.
- Cosgrove, E.J., Sadeghi, R., Schlamp, F., Holl, H.M., Moradi-Shahrbabak, M., Miraei-Ashtiani, S.R., ... Brooks, S.A. (2020). Genome diversity and the origin of the Arabian Horse. *Scientific Reports*. 16; 10 (1), 9702. doi: 10.1038/s41598-020-66232-1.
- Cunningham, E.P., Dooley, J.J., Splan, R.K., Bradley, D.G. (2001). Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to Thoroughbred horses. *Animal Genetics*, 32 (6), 360–364. doi: 10.1046/j.1365-2052.2001.00785.x
- Çakıcı, A. (2019). Positive effects of pets on human health. *Atlas International Refereed Journal on Social Sciences*. 5 (20), 518–528.
- Daskalopoulou, S.S., Cooke, A.B., Gomez, Y.H., Mutter, A.F., Filippaios, A., Mesfum, E.T., Mantzoros, C.S. (2014). Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European Journal of Endocrinology*. 171 (3), 343–52. doi: 10.1530/EJE-14-0204.
- De Meeus D'Argenteuil, C., Boshuizen, B., De Vega, C.V.M., Leybaert, L., De Mare, L., Goethals K, ... Delesalle, C. (2021). Comparison of shifts in skeletal muscle plasticity parameters in horses in three different muscles, in answer to 8 weeks of harness training. *Frontiers in Veterinary Science*. 8. doi: 10.3389/fvets.2021.718866.
- Drews, R. (2004). *Early Riders: The Beginnings of Mounted Warfare in Asia and Europe*. Routledge, London. ISBN: 9780203071076.
- Ebisuda, Y., Mukai, K., Takahashi, Y., Yoshida, T., Matsushashi, T., Kawano, A., ... Ohmura, H. (2024). Heat acclimation improves exercise performance in 70 and 90 of skeletal muscles in Thoroughbred horses. *Physiological Reports*. 12 (10), e16083. doi: 10.14814/phy2.16083.
- Ekiz, B., Koçak, Ö. (2007). Estimates of genetic parameters for racing times of thoroughbred horses, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 31 (1), 1–5.

- Ekiz, B., Koçak, Ö., Demir, H. (2005). Estimates of genetic parameters for racing performances of Arabian Horses. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 29 (2), 543–549.
- Elkasrawy, M.N., Hamrick, M.W. (2010). Myostatin (GDF-8) as a key factor linking muscle mass and bone structure. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions*. 10 (1), 56–63.
- Entin, P. (2007). Do racehorses and greyhound dogs exhibit a gender difference in running speed? *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 4 (3–4), 135–140.
- Equinedge (2025). *What are Fillies in Horse Racing?* <https://equinedge.com/glossary/types-of-horses/fillies> adresinden erişildi (Erişim Tarihi: 28.05.2025).
- Eto, D., Yamano, S., Mukai, K., Sugiura, T., Nasu, T., Tokuriki, M., Miyata, H. (2004). Effect of high intensity training on anaerobic capacity of middle gluteal muscle in Thoroughbred horses. *Research in Veterinary Science*. 76 (2), 139-44. doi: 10.1016/j.rvsc.2003.08.010.
- Evans, D.L., Rose, R. J. (1988). Cardiovascular and respiratory responses to submaximal exercise training in the thoroughbred horse. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*. 411 (3), 316–321. doi: 10.1007/BF00585121. PMID: 3380644.
- Evans, D.L. (2000). Muscle function in the performance horse. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 2 (4), 193–200.
- Evans, D.L. (2007). Physiology of equine performance and associated tests of function. *Equine Veterinary Journal*. 39 (4), 373-383. doi: 10.2746/042516407x206418.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39 (2), 175–191.
- Finocchio, E.J. (1986). Race performance and its relationship to birth rank and maternal age. *Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*. 31, 571–577.
- Fonteque, J.H., Kohayagawa, A., Saito, M.E., Teixeira, A.B., Watanabe, M.J., Thomassian, A. (2012). Effect of age and gender about the serum concentration of eritropoetin in Arabian horses. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 32 (1), 21–24.
- Ge, X., Sathiakumar, D., Lua, B.J.G., Kukreti, H., Lee, M., McFarlane, C. (2017). Myostatin signals through miR-34a to regulate Fndc5 expression and browning of white adipocytes. *International Journal of Obesity*, 41 (1), 137–148.

- Gedik, E., Kolay, A. (2023). Osmanlı ordusu için at yetiştirilmesi: Kütahya Hara-yı Hümâyûnu. *VAKANÜVİS- Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi*. 8, 2548-2582.
- Goodwin, D. (1999). The importance of ethology in understanding the behaviour of the horse. *Equine Veterinary Journal*, 31 (1), 15–19.
- Gore, C.J., Clark, S.A., Saunders, P.U. (2007). Nonhematological mechanisms of improved sea-level performance after hypoxic exposure. *Medicine & Science in Sports & Exercised*. 39 (9), 1600–9. doi: 10.1249/mss.0b013e3180de49d3.
- Gramm, M., Marksteiner, R. (2010). The effect of age on thoroughbred racing performance. *Journal of Equine Science*, 21 (4), 73–78. doi: 10.1294/jes.21.73.
- Grobet, L., Martin, L.J., Poncelet, D., Pirottin, D., Brouwers, B., Riquet, J., ... Georges, M.A. (1997). Deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscling phenotype in cattle. *Nature Genetics*. 17 (1), 71–4. doi: 10.1038/ng0997-71.
- Grzędzicka, J., Dąbrowska, I., Malin, K., Witkowska-Piłaszewicz, O. (2023). Exercise-related changes in the anabolic index (testosterone to cortisol ratio) and serum amyloid A concentration in endurance and racehorses at different fitness levels. *Frontiers in Veterinary Science*. 17 (10), 1148990. doi: 10.3389/fvets.2023.1148990.
- Han, F., Zhang, S., Hou, N., Wang, D., Sun, X. (2015). Irisin improves endothelial function in obese mice through the AMPK-eNOS pathway. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 309, 1501–1508. doi: 10.1152/ajpheart.00443.2015.
- Hanousek, K., Salavati, M., Fouladi-Nashta, A. (2018). Effect of horse sex status on British Eventing competition performance: an observational study between 1998 and 2016. *Veterinary Record*, 182 (23), 666. doi: 10.1136/vr.104719.
- Harkins, J.D., Beadle, R.E., Kamerling, S.G. (1993). The correlation of running ability and physiological variables in thoroughbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*. 25 (1), 53–60. doi: 10.1111/j.2042-3306.1993.tb02902.x.
- Hayran, M., Hayran, M. (2011). Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik, Omega Araştırma, Ankara.
- He, Z., Tian, Y., Valenzuela, P.L., Huang, C., Zhao, J., Hong, P., ... Lucia, A. (2018). Myokine response to high-intensity interval vs. resistance exercise: an individual approach. *Frontiers in Physiology*, 9, 1735. doi: 10.3389/fphys.2018.01735.

- Hill E.W., Gu J., Eivers S.S., Fonseca R.G., McGivney B.A., Govindarajan P., ... MacHugh D.E. (2010). A sequence polymorphism in MSTN predicts sprinting ability and racing stamina in Thoroughbred horses. *Plos One*. 5 (1), e8645. doi: 10.1371/journal.pone.0008645.
- Hill, E.W., Bradley, D.G., Al-Barody, M., Ertugrul, O., Splan, R.K., Zakharov, I., Cunningham, E.P. (2002). History and integrity of thoroughbred dam lines revealed in equine mtDNA variation. *Animal Genetics*, 33(4), 287–294. doi: 10.1046/j.1365-2052.2002.00870.x.
- Hinchcliff, K.W., Kaneps, A.J., Geor, R.J. (2013). *Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete* (2nd ed.). Saunders.
- Hintz, H.F., Hintz, R.L., Van Vleck, L.D. (1979). Growth rate of thoroughbreds. Effects of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. *Journal of Animal Science*, 48 (3), 480–487. doi:10.2527/jas1979.483480x.
- Hittel, D.S., Berggren, J.R., Shearer, J., Boyle, K., Houmard, J.A. (2009). Increased secretion and expression of myostatin in skeletal muscle from extremely obese women. *Diabetes*. 58 (1), 30–38. doi: 10.2337/db08-0943.
- Huang, Z., Chen, X., Chen, D. (2011). Myostatin: a novel insight into its role in metabolism, signal pathways, and expression regulation. *Cellular Signalling*, 23 (9), 1441-1446. doi: 10.1016/j.cellsig.2011.05.003.
- Huh, J.Y., Panagiotou, G., Mougios, V., Brinkoetter, M., Vamvini, M.T., Schneider, B.E., Mantzoros, C.S. (2012). FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*. 61 (12), 1725-1738. doi: 10.1016/j.metabol.2012.09.002.
- Inoue, S. (2022). Influence of broodmare aging on its offspring's racing performance. *Plos One*, 17 (7). e0271535.
- İşlek, İ., Albayrak, D. (1993) Eritropoetin, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Dergisi* 10 (1-2), 65-72.
- Jandova, T., Buendía-Romero, A., Polanska, H., Hola, V., Rihova, M., Vetrovsky, T., Courel-Ibáñez, J., Steffl, M. (2021) Long-term effect of exercise on irisin blood levels-systematic review and meta-analysis. *Healthcare (Basel)*.25; 9 (11), 1438.

- Janis, C.M. (2008). An evolutionary history of browsing and grazing ungulates. In I.J. Gordon and H.H.T. Prins (Eds.), *The ecology of browsing and grazing* (21–45). Springer.
- Jaussaud, P., Audran, M., Gareau, R.L., Souillard, A., Chavanet, I. (1994). Kinetics and haematological effects of erythropoietin in horses. *Veterinary Research*. 25 (6), 568–573. PMID: 7889038
- Jelkmann, W. (2011). Regulation of erythropoietin production. *Journal of Physiology*. 589 (6):1251–1258. doi: 10.1113/jphysiol.2010.195057.
- Kameerling, S.G. (1993). Assessment of drug effects on performance, *Veterinary Clinical North American Equine Practice*. 9 (3), 493–510.
- Kawai, M., Minami, Y., Sayama, Y., Kuwano, A., Hiraga, A., Miyata, H. (2009). Muscle fiber population and biochemical properties of whole body muscles in Thoroughbred horses. *The Anatomical Record*. 292 (10), 1663–1669. doi: 10.1002/ar.20961.
- Kawareti, P.K., Nandeshwar, N.C., Banubakode, S.B., Gedam, P.M., Ganguly, S. (2017). Morphometrical Measurements of Thoroughbred Horses (*Equus caballus*), *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 5 (3), 37–39. doi:10.18782/2320-7051.4033
- Kaya, C., Aydın, F., Cerit, M. (2020). Epo Geni ve Performans Artırıcı Faktörlerin İncelenmesi, *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 12, 48.
- Kelekna, P. (2009). *The Horse in Human History*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kentucky Equine Research, (2023). Mare Age: The Biggest Predictor of Foaling Success. <https://ker.com/equine/mare-age-biggest-predictor-of-foaling-success> adresinden erişildi (erişim tarihi: 29.05.2025).
- Khanshour, A., Cothran, E.G. (2013). Maternal phylogenetic relationships and genetic variation among Arabian horse populations using mitochondrial DNA sequencing. *BMC Genetics*, 14 (83), doi: 10.1186/1471-2156-14-83.
- Kim J., Hinchcliff, K., Yamaguchi, M., Beard, L.A., Markert, C.D., Devor, S.T. (2005). Age-related changes in metabolic properties of equine skeletal muscle associated with muscle plasticity. *The Veterinary Journal*. 169 (3), 397–403. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.03.016.
- Klewitz, J., Struebing, C., Rohn, K., Goergens, A., Martinsson, G., Orgies, F., Probst, J., Hollinshead, F., Bollwein, H., Sieme, H. (2015). Effects of age, parity, and pregnancy

- abnormalities on foal birth weight and uterine blood flow in the mare. *Theriogenology* 83 (2015) 721–729.
- Kowalik, S., Wiśniewska, A., Kędzierski, W., Janczarek, I. (2020). Concentrations of circulating irisin and myostatin in race and endurance purebred arabian horses—preliminary study. *Animals*, 10 (12), 2268. doi: 10.3390/ani10122268.
- Kownacki, M. (1959). The effect of age of thoroughbred horses on the racing ability of their progeny. *Animal Breeding Abstracts*. 29, 145.
- Köseman A., Şeker, İ. (2018). Atların yarış ve yarışma performansları üzerine etkili faktörler ve performansı artırma yolları. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 37 (1), 61–68.
- Köseman, A. (2005). Arap Atlarında Yarış Performansının Kalıtım Derecesinin Hesaplanması ve Ana Yaşının Yarış Performansına Etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Küçük, O. (2017). Yarışatı Besleme ve Beslenme Hastalıkları, *Verda Yayıncılık ve Danışmanlık Hizmetleri*, Kayseri.
- Lavoie, C., Diguët, A., Milot, M., Gureau, R. (1998). Erythropoietin (rHu- EPO) doping: effects of exercise on anaerobic metabolism in rats. *International Journal of Sports Medicine*. 19(4), 281–286. doi: 10.1055/s-2007-971919.
- Leal, L.G., Lopes, M.A., Batista, M.L. Jr. (2018). Physical Exercise-Induced Myokines and Muscle-Adipose Tissue Crosstalk: A Review of Current Knowledge and the Implications for Health and Metabolic Diseases. *Frontiers in Physiology*. 9, 1307. doi: 10.3389/fphys.2018.01307.
- Librado, P., Khan, N., Fages, A., Kusliy, M.A., Suchan, T., Tonasso-Calvière, L., Orlando, L. (2021). The origins and spread of domestic horses from the Western Eurasian steppes. *Nature*. 598 (7882), 634-640. doi: 10.1038/s41586-021-04018-9.
- Liu, L., Guo, J., Chen, X., Tong, X., Xu, J., Zou, J. (2021). The role of irisin in exercise-mediated bone health. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 4 (9), 668759. doi: 10.3389/fcell.2021.668759.
- Lourenco, M.V., Frozza, R.L., De Freitas, G.B., Zhang, H., Kincheski, G.C., Riberio, F.C., ... De Felice, F.G. (2019). Exercise-linked FNDC5/irisin rescues synaptic plasticity and

- memory defects in Alzheimer's models. *Nature Medicine*. 25(1), 165-175. doi: 10.1038/s41591-018-0275-4.
- Luck, M.M., Le Moyec, L., Barrey, E., Triba, M.N., Bouchemal, N., Savarin, P., Robert, C. (2015) Energetics of endurance exercise in young horses determined by nuclear magnetic resonance metabolomics. *Frontiers in Physiology*. 15;6:198. doi: 10.3389/fphys.2015.00198.
- Lundby, C., Robach, P. (2015). Performance Enhancement: What Are the Physiological Limits? *Physiology*. 30, 282–292. doi: 10.1152/physiol.00052.20141548-9213/15
- MacFadden, B.J. (2005). Fossil horses – Evidence for evolution. *Science*, 307 (5716), 1728–1730. doi: 10.1126/science.1105458.
- Marlin, D., Nankervis, K. (2002). *Equine Exercise Physiology*. Blackwell Science
- Martin, G.S., Strand, E., Kearney, M.T. (1996). Use of statistical models to evaluate racing performance in thoroughbreds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 209 (11), 1900-1906. doi:10.2460/javma.1996.209.11.1900.
- Martinez Munoz, I.Y., Camarillo Romero, E.D.S., Garduno Garcia, J.J. (2018). Irisin a Novel Metabolic Biomarker: Present Knowledge and Future Directions. *International Journal of Endocrinology*. 9; doi: 10.1155/2018/7816806
- Mazur-Bialy, A.I., Pocheć, E., Zarawski, M. (2017). Anti-inflammatory properties of irisin, mediator of physical activity, are connected with TLR4/MyD88 signaling pathway activation. *International Journal of Molecular Science*. 18 (4), 701. doi: 10.3390/ijms18040701.
- Mazzeo, R.S. (2008). Physiological responses to exercise at altitude: an update. *Sports Medicine*. 38 (1), 1–8. doi: 10.2165/00007256-200838010-00001.
- McGreevy, P.D., Rogers, L.J. (2005). Motor and sensory laterality in thoroughbred horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 92 (4), 337–352.
- McPherron, A.C., Lawler, A.M., Lee, S.J. (1997). Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member. *Nature*, 387 (6628), 83–90.
- McPherron, A.C., Lee, S. (1997). Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 94 (23), 12457-12461, doi: 10.1073/pnas.94.23.12457

- Mikovic, J., Lamon, S. (2018). The effect of maternal metabolic status on offspring health: a role for skeletal muscle? *The Journal of Physiology*. 596 (21), 5079–5080. doi: 10.1113/JP276929.
- Miyata, H., Itoh, R., Sato, F., Takebe, N., Hada, T., Tozaki, T. (2018). Effect of myostatin SNP on muscle fiber properties in male Thoroughbred horses during training period. *The Journal of Physiological Sciences* 68, 639–646. doi: 10.1007/s12576-017-0575-3
- Moritsu, Y., Funakoshi, H., Ichikawa, S. (1994). Genetic Evaluation of Sires and Environmental Factors Influencing Best Racing Times of Thoroughbred Horses in Japan, *Journal of Equine Science*. 5(2), 53–58.
- Morris, L.H., Allen, W.R. (2002). Reproductive efficiency of intensively managed Thoroughbred mares in Newmarket. *Equine Veterinary Journal*. 34 (1), 51–60. doi: 10.2746/042516402776181222.
- Mosher, D.S., Quignon, P., Bustamante, C.D., Sutter, N.B., Mellersh, C.S., Parker, H.G., Ostrander, E.A. (2007). A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in heterozygote dogs. *PLoS Genetics*. 3(5), 79. doi: 10.1371/journal.pgen.0030079.
- Mota, M.D.S., Oliveria, H.N., Silva, R.G. (1998). Genetic and environmental factors that affect the best time of Thoroughbred horses in Brazil. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 115: 123–129.
- Mukai, K., Ohmura, H., Takahashi, Y., Ebisuda, Y., Yoneda, K., Miyata, H. (2023). Physiological and skeletal muscle responses to high-intensity interval exercise in Thoroughbred horses. *Frontiers in Veterinary Science* 10:1241266. doi: 10.3389/fvets.2023.1241266.
- Mukai, K., Takahashi, T., Hada, T., Eto, D., Kusano, K., Yokota, S., ... Ishida, N. (2003). Influence of gender and racing performance on heart rates during submaximal exercise in Thoroughbred racehorses. *Journal of Equine Science*. 14 (3), 93–96. doi:10.1294/jes.14.93.
- Mycka, G., Ropka-Molik, K., Cywinska, A., Szmatoła, T., Stefaniuk-Szmukier, M. (2023). Molecular insights into the lipid-carbohydrates metabolism switch under the endurance effort in Arabian horses. *Equine Veterinary Journal*. 56 (3), 586–597. doi: 10.1111/evj.13984.

- Oki, H., Sasaki, Y., Willham, R.L. (1994). Genetics of racing performance in the Japanese Thoroughbred horse: II. Environmental variation of racing time on turf and dirt tracks and the influence of sex, age, and weight carried on racing time. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 111(1-6), 128–137.
- Oura, M., Son, B.K., Song, Z., Toyoshima, K., Nanao-Hamai, M., Ogawa, S., Akishita, M. (2025). Testosterone/androgen receptor antagonizes immobility-induced muscle atrophy through inhibition of myostatin transcription and inflammation in mice. *Scientific Reports* 15, 10568. doi: 10.1038/s41598-025-95115-6
- Outram, A.K., Stear, N.A., Bendrey, R., Olsen, S., Kasparov, A., Zaibert, V., ... Evershed, R. P. (2009). The earliest horse harnessing and milking. *Science*, 323 (5919), 1332–1335.
- Özdamar, K. (2015). SPSS ile Biyoistatistik (10. Baskı), Sözkese Matbaacılık, Ankara.
- Pedersen, B.K. ve Febbraio, M.A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, 8, 457–65.
- Petersen, J.L., Mickelson, J.R., Rendahl, A.K., Valberg, S.J., Andersson, L.S., Axelsson, J., ... McCue, M.E. (2013). Genome-wide analysis reveals selection for important traits in domestic horse breeds. *PLoS Genetics* 9(1): e1003211. doi: 10.1371/journal.pgen.1003211.
- Petersen, J.L., Valberg, S.J., Mickelson, J.R., McCue, M.E. (2010). Genetic diversity in the modern horse illustrated from genome-wide SNP data. *Plos One*, 5(1), e8665. doi: 10.1371/journal.pone.0054997.
- Peterson, M.L., McIlwraith, C.W. (2008). Effect of track maintenance on mechanical properties of a dirt racetrack: a preliminary study. *Equine Veterinary Journal*. 40 (6), 602-605. doi: 10.2746/042516408x330347.
- Peterson, M.L., McIlwraith, C.W., Reiser, R.F. (2008). Development of a system for the in-situ characterisation of Thoroughbred horse racing track surfaces. *Biosystems Engineering*. 101 (2), 260–269.
- Polyzos, S.A., Anastasilakis, A.D., Efstathiadou, Z.A., Makras, P., Perakakis, N., Kountouras, J., Mantzoros, C.S. (2018). Irisin in metabolic diseases. *Endocrine*. 59 (2), 260–274. doi: 10.1007/s12020-017-1476-1.
- Qi, J., Yang, L., Wang, X., Wang, M., Li, X., Feng, B., ... Liu, S. (2022). Irisin: A promising treatment for neurodegenerative diseases. *Neuroscience*. 498, 289–299.

- Resmî Gazete (2025). <https://www.resmigazete.gov.tr> adresinden erişildi (Erişim tarihi: 05.03.2025).
- Reza, M.M., Subramaniyam, N., Sim, C.M., Ge, X., Sathiakumar, D., McFarlane, C., Sharma, M., Kambadur, R. (2017). Irisin is a pro-myogenic factor that induces skeletal muscle hypertrophy and rescues denervation-induced atrophy. *Nature Communications*. 8 (1), 1104. doi: 10.1038/s41467-017-01131-0
- Ricard, A., Bruns, E., Cunningham, E. P. (2000). Genetics of Performance Traits, The Genetics of the Horse. CAB International, Oxford.
- Roberts, L.D., Boström, P., O'Sullivan, J.F., Schinzel, R.T., Lewis, G.D., Dejam, A., ... Gerszten RE. (2014). β -Aminoisobutyric acid induces browning of white fat and hepatic β -oxidation and is inversely correlated with cardiometabolic risk factors. *Cell Metabolism*. 19(1):96-108. doi: 10.1016/j.cmet.2013.12.003.
- Robinson, N., Giraud, S., Saudan, C., Baume, N., Avois, L., Mangin, P., Saugy, M. (2006). Erythropoietin and blood doping. *British Journal of Sports Medicine*, 40 (1), i30–i34.
- Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M.Z., Ukowski, K., Piórkowska, K., Bugno-Poniewierska, M. (2017). Exercise-induced modification of the skeletal muscle transcriptome in Arabian horses. *Physiological Genomics*. 49 (6), 318–326. doi: 10.1152/physiolgenomics.00130.2016.
- Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musial, A.D., Velie, B.D. (2019). The genetics of racing performance in arabian horses. *International Journal of Genomics*. 1, 9013239. doi: 10.1155/2019/9013239.
- Ross, A., Leveritt, M., Riek, S. (2001) Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. *Sports Medicine*. 31 (6), 409–425. doi: 10.2165/00007256-200131060-00002.
- Sanchis-Gomar, F., Alis, R., Pareja-Galeano, H., Sola, E., Victor, V.M., Rocha, M., ... Romagnoli, M. (2014). Circulating irisin levels are not correlated with BMI, age, and other biological parameters in obese and diabetic patients, *Endocrine*. 46 (3), 674–677. doi: 10.1007/s12020-014-0170-9.
- Seldin, M.M., Peterson, J.M., Byerly, M.S., Wei, Z., Wong, G.W. (2012). Myonectin (CTRP15), a novel myokine that links skeletal muscle to systemic lipid homeostasis. *Journal of Biological Chemistry*. 287(15):11968-11980. doi: 10.1074/jbc.M111.336834.

- Schuelke, M., Wagner, K.R., Stolz, L.E., Hübner, C., Riebel, T., Kömen, W., ... Lee, S.J. (2004). Myostatin mutation associated with gross muscle hypertrophy in a child. *The New England Journal of Medicine*. 350, 2682–2688. doi: 10.1056/NEJMoa040933.
- Semenza, G.L. (2009). Regulation of oxygen homeostasis by hypoxia-inducible factor 1. *Physiology*. 24, 97–106. doi: 10.1152/physiol.00045.2008.
- Senefeld, J.W., Shepherd, J.R.A., Baker, S.E., Joyner, M.J. (2021). Sex-based limits to running speed in the human, horse and dog: The role of sexual dimorphisms. *The FASEB Journal*, 35 (5), e21562. doi: 10.1096/fj.202100161R.
- Seo, D.Y., Bae, J.H., Kim, T.N., Kwak, H.B., Kha, P.T., Han, J. (2020). Exercise-induced circulating irisin level is correlated with improved cardiac function in rats. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17 (11), 3863. doi: 10.3390/ijerph17113863.
- Setterbo, J.J., Fyhrie, P.B., Hubbard, M., Upadhyaya, S.K., Stover, S.M. (2013). Dynamic properties of a dirt and a synthetic equine racetrack surface measured by a track-testing device. *Equine Veterinary Journal*. 45 (1), 25–30. doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00582.x.
- Sgro, P., Sansone, M., Sansone, A., Romanelli, F., Di Luigi, L. (2018). Effects of erythropoietin abuse on exercise performance. *The Physician and sportsmedicine*, 46 (1), 105–115.
- Sharman, P., Wilson, A.J. (2015). Racehorses are getting faster. *Biology Letters*. 11 (6), 20150310. doi: 10.1098/rsbl.2015.0310.
- Sharman, P., Young, A.J., Wilson, A.J. (2022). Evidence of maternal and paternal age effects on speed in thoroughbred racehorses. *Royal Society Open Science*. 9(10): 220691. doi: 10.1098/rsos.220691.
- Stinckens, A., Luyten, T., Bijttebier, J., Van den Maagdenberg, K., Dieltiens, D., Janssens, S., ... Buys, N. (2008). Characterization of the complete porcine MSTN gene and expression levels in pig breeds differing in muscularity. *Animal Genetics*. 39(6):586-96. doi: 10.1111/j.1365-2052.2008.01774.x.
- Storlino, G., Colaianni, G., Sanesi, L., Lippo, L., Brunetti, G., Errede, M., ... Grano, M. (2019). Irisin Prevents Disuse-Induced Osteocyte Apoptosis. *Journal of Bone and Mineral Research*. 35(4), 766–775. doi: 10.1002/jbmr.3944.

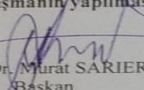
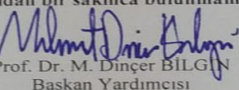
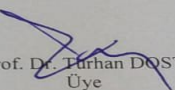
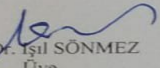
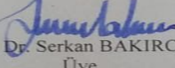
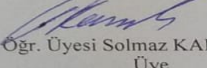
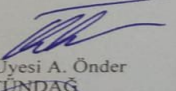
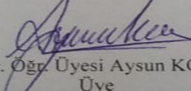
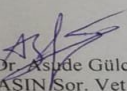
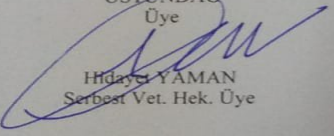
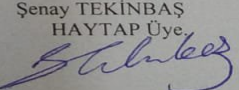
- Takahashi, T. (2015). The effect of age on the racing speed of Thoroughbred racehorses. *Journal of Equine Science*, 26 (2), 43–48. doi: 10.1294/jes.26.43.
- Taylor, W.T.T. (2025). Understanding horse domestication and horse health care in the ancient world. *Journal of Equine Veterinary Science*. 148, 105419. doi: 10.1016/j.jevs.2025.105419.
- Thoroughbred Daily News. (2017). Do Fillies Really Improve When Racing In Foal? <https://www.thoroughbreddailynews.com/do-fillies-really-improve-when-racing-in-foal/> adresinden erişildi (erişim tarihi: 28.05.2025).
- Timmons, J., Baar, K., Davidsen, P.K., Atherton, P.J. (2012). Is irisin a human exercise gene?. *Nature* 488, E9–E10. doi: 10.1038/nature11364.
- Todd, E.T., Ho, S.Y.W., Thomson, P.C., Ang, R.A., Velie, B.D., Hamilton, N.A. (2018). Founder-specific inbreeding depression affects racing performance in Thoroughbred horses. *Scientific Reports*. 8 (1), 6167. doi: 10.1038/s41598-018-24663-x.
- Torabi, A., Reisi, J., Kargarfard, M., Mansourian, M. (2024) Differences in the Impact of Various Types of Exercise on Irisin Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Preventive Medicine*. 29; 15, 11. doi: 10.4103/ijpvm.ijpvm_76_23.
- Torun, O. (2021). Son Ayakta Kim Geldi? Türkiye’de At Yarışlarının Tarihi. İletişim Yayınları. İstanbul.
- Tsourdi, E., Anastasilakis, A.D., Hofbauer, L.C., Rauner, M., Lademann, F. (2022). Irisin and Bone in Sickness and in Health: A Narrative Review of the Literature. *Journal of Clinical Medicine*. 11(22), 6863. doi: 10.3390/jcm11226863.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2025). Hayvancılık İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> adresinden erişildi (Erişim tarihi: 05.03.2025).
- Türkiye Jokey Kulübü [TJK]. (2025). <https://www.tjk.org/TR> adresinden erişildi (Erişim tarihi: 05.03.2025)
- Ünal N., Paksoy, Y. (2010). Atlarda Yarış Performansını Etkileyen Faktörler, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 50 (2), 91-101.
- Ünal, A. (2020). Eski Anadolu ve Ön Asya’da At ve Kikkuli’nin Kaleminden Dünyanın En Eski At Eğitim Metinleri. Bilgin Kültür Sanat Yayınları. Yenimahalle, Ankara.

- Vamvini, M.T., Aronis, K.N., Panagiotou, G., Huh, J.Y., Chamberland, J.P., Brinkoetter, M.T., ... Mantzoros, C.S. (2013). Irisin mRNA and circulating levels in relation to other myokines in healthy and morbidly obese humans. *European journal of endocrinology*. 169 (6), 829-834. doi: 10.1530/EJE-13-0276.
- Vasileva, R., Chaprazov, T., Milanova, A. (2024) Effects of Erythropoietin-Promoted Fracture Healing on Bone Turnover Markers in Cats. *Journal of Functional Biomaterials*. 15 (4), 106. doi: 10.3390/jfb15040106
- Velie, B.D., Hamilton, N.A., Wade, C.M. (2015). Performance selection for thoroughbreds racing in Hong Kong. *Equine Veterinary Journal*. 47 (1), 43–47. doi: 10.1111/evj.12233.
- Vermeulen, A.D., Evans, D.L. (2006). Measurements of fitness in thoroughbred racehorses using field studies of heart rate and velocity with a global positioning system. *Equine Veterinary Journal* 36, 113–117. doi: 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05525.x.
- Villamil-Parra W, Moscoso-Loaiza L. (2024). Effects of physical exercise on Irisin and BDNF concentrations, and their relationship with cardiometabolic and mental health of individuals with Metabolic Syndrome: A Systematic Review. *Experimental Gerontology*. 198:112640. doi: 10.1016/j.exger.2024.112640.
- Wallner, B., Palmieri, N., Vogl, C., Rigler, D., Bozlak, E., Jagannathan, V., ... Brem, G. (2017). Y chromosome uncovers the recent Oriental origin of modern stallions. *Current Biology*, 27 (13), 2029–2035. doi: 10.1016/j.cub.2017.05.086.
- Whittaker, S., Sullivan, S., Auen, S., Parkin, T.D. H. Marr, C.M. (2012). The impact of birthweight on mare health and reproductive efficiency, and foal health and subsequent racing performance. *Equine Veterinary Journal*, 44, 26–29. doi: 10.1111/j.2042-3306.2011.00479.x.
- Whitaker, T. C., Olusola, O., Redwin, L. (2008). The influence of horse gender on eventing competition performance. *Comparative Exercise Physiology*, 5 (2), 67–72.
- Wilcox, R. R. (2003): Applying Contemporary Statistical Techniques. Academic Pres. 55–91. <https://doi.org/10.1016/B978-012751541-0/50024-9>
- Wilsher, S, Allen, W.R. (2003). The effects of maternal age and parity on placental and fetal development in the mare. *Equine Veterinary Journal*. 35 (5), 476–83. doi: 10.2746/042516403775600550.

- Yamada, A.K., Verlengia, R., Bueno C.R. (2012). Myostatin: genetic variants, therapy and gene doping, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 48, 3.
- Yamano, S., Eto, D., Sugiura, T., Kai, M., Hiraga, A., Tokuriki, M., Miyata, H. (2002). Effect of growth and training on muscle adaptation in Thoroughbred horses. *American Journal of Veterinary Research*. 63–10.
- Yamaguchi, A., Setterbo, J.J., Hubbard, M., Upadhyaya, S.K., Stover, S.M. (2010). Effects of surface depth and compaction on impact deceleration of dirt and synthetic surface materials for equine racetracks. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*. 4 (1), 11.
- Yarsan E. (2019). At Hekimliği, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara.
- Yazar, E. (2011). At Yetiştiricilik, Tedavi, Anestezi, Viral Aşılar, Klinik Besleme. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Ye J, Zhai X, Yang J, Zhu Z. (2021). Association between serum testosterone levels and body composition among men 20-59 years of age. *International Journal of Endocrinology*. 2021:7523996. doi: 10.1155/2021/7523996.
- Yoon, S.H., Lee, W., Ahn, H., Caetano-Anolles, K., Park, K.D., Kim, H. (2018) Origin and spread of Thoroughbred racehorses inferred from complete mitochondrial genome sequences: Phylogenomic and Bayesian coalescent perspectives. *PLoS One*. 13(9):e0203917. doi: 10.1371/journal.pone.0203917.
- Zerlotin, R., Oranger, A., Pignataro, P., Dicarlo, M., Maselli, F., Mori, G., Colucci, S.C., Grano, M., Colaianni, G. (2022). Irisin and Secondary Osteoporosis in Humans. *International Journal of Molecular Science*. 23, 690. doi: 10.3390/ijms23020690.
- Zhang, Y., Li, R., Meng, Y., Li, S., Donelan, W., Zhao, Y., ... Tang, D. (2014). Irisin stimulates browning of white adipocytes through mitogen-activated protein kinase p38 MAP kinase and ERK MAP kinase signaling. *Diabetes*. 63(2): 514-25. doi: 10.2337/db13-1106.
- Zhang, J., Valverde, P., Zhu, X., Murray, D., Wu, Y., Yu, L., ... Chen, J. (2017). Exercise-induced irisin in bone and systemic irisin administration reveal new regulatory mechanisms of bone metabolism. *Bone Research* 5: 16056. doi: 10.1038/boneres.2016.56.

8. EKLER

Ek 1. Etik Kurul Formu

	T.C. AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU (AYDIN ADÜ-HADYEK)	
		Aydın, 27/10/2021
Oturum	: Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 2021 Yılı X. Oturum	
Sayı	: 64583101/2021/149	
Proje Başlığı	: İngiliz ve Arap Atlarında Irk, Cinsiyet, Yaş ve Yarış Tipinin; Yarış Performansı ile Kandaki Miyostatin İrisin, Eritropoetin Düzeyleri Üzerine Etkisi	
Proje Yürütücüsü	: Hüsnü Erbay BARDAKÇIOĞLU	
Proje Ekibi	: Zahide DEDEOĞLU	
	Bu çalışmanın hiçbir bölümünde:	
	İnsan embriyosu ve fötüsü kullanılması	
	İnsan embriyosu ve fötüsü dokularının kullanılması	
	Diğer insan doku ve hücrelerinin kullanılması	
Hayvan Çalışması	İnsanlarda araştırma	
	İnsan olmayan primatların kullanılması	
	Transgenik hayvanların kullanılması	
	Hayvanlarda genetik modifikasyon öngörülmemiştir.	
Bu çalışmanın yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmamaktadır.		
		
Prof. Dr. Murat SARIERLER Başkan	Prof. Dr. M. Dinçer BİLGİN Başkan Yardımcısı	Prof. Dr. Turhan DOST Üye
		
Prof. Dr. Işıl SÖNMEZ Üye	Prof. Dr. Serkan BAKIRCI Üye	Dr. Öğr. Üyesi Solmaz KARAARSLAN Üye
		
Dr. Öğr. Üyesi A. Önder ÜSTÜNDAĞ Üye	Dr. Öğr. Üyesi Aysun KOÇ Üye	Öğr. Gör. Dr. Asude Gülce GÜLER ORYAŞIN Sor. Vet. Hek. Üye
		
Hidayet YAMAN Serbest Vet. Hek. Üye		Şenay TEKİNBAŞ HAYTAP Üye
Bu rapor, sadece Adnan Menderes Üniversitesi'nde yapılacak çalışmalar için geçerlidir.		

9. BİLİMSEL ETİK BEYANI

T.C.

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“İngiliz ve Arap Atlarında Irk, Cinsiyet, Yaş ve Yarış Tipinin Yarış Performansı ile Kandaki Miyostatin, İrisin, Eritropoetin Düzeyleri Üzerine Etkisi” başlıklı doktora tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Zahide TOKAT

10. ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, Adı	TOKAT, Zahide
Uyruk	Türkiye Cumhuriyeti
Doğum yeri ve tarihi	Akhisar/Manisa - 04.08.1996
Telefon	0 5349674363
E-posta	zahidededeoglu6@gmail.com
Yabancı dil	İngilizce

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Doktora	ADÜ Veteriner Fakültesi Zootečni Ana Bilim Dalı	2025
Lisans	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2019

BURSLAR ve ÖDÜLLER:

- YÖK 100/2000 Doktora Bursu

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2023-Halen	Türkiye Jokey Kulübü Mahmudiye Pansiyon Hara	Veteriner Hekim

AKADEMİK YAYINLAR

1. MAKALELER

1. Koç Yıldırım, E., **Dedeoğlu, Z.**, Kaya, M., Üner, A.G. (2020). The effect of swimming training on adrenomedullin levels, oxidative stress variables and gastrocnemius muscle contractile properties in hypertensive rats. *Clinical and Experimental Hypertension*, 43(3):1-7 doi.org/10.1080/10641963.2020.1825726
2. Koç Yıldırım, E., Örenlili Yaylagül, E., Kaya, M., Balkaya, M., Ülger, C., Belge, F., Ünsal, H., Ünsal, C., Ekici, M., **Dedeoğlu, Z.**, Ceylan, İ., Üner, A.G. (2021). The effect of swimming training on adrenomedullin mRNA levels in the aorta, kidney, and adrenal gland of L-NAME-induced hypertensive rats. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 10 (2): 094-099.

2. PROJELER

TUBİTAK 2209-A- Sıçanlarda L-Name ile Oluşturulan Hipertansiyon Modelinde Fiziksel Egzersizin Adrenomedullin Düzeyine Etkisi – Proje yürütücüsü (2018-tamamlandı)

3. BİLDİRİLER

A) Uluslararası Kongrelerde Yapılan Bildiriler

1. **Dedeoğlu, Z.**, Bardakçioğlu, H.E. (2022). Gen dopingi, V. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi (online sözlü bildiri).
2. **Dedeoğlu, Z.**, Bardakçioğlu, H.E. (2021). Atlarda yarış performansını etkileyen faktörler, IV. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi (online sözlü bildiri).
3. Yıldırım Koç, E., Balkaya, M., Yıldırım, E., Kaya, M., **Dedeoğlu, Z.**, Epikmen, E.T., İpek, E. (2019). Değişik kalori kısıtlama yöntemlerinin deneysel sarkoma modelinde oksidatif stres değişkenlerine etkisi, II. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi, Aydın (sözlü bildiri).
4. **Dedeoğlu, Z.**, Koç Yıldırım, E. (2018). Sıçanlarda L-name ile oluşturulan hipertansiyon modelinde fiziksel egzersizin adrenomedullin düzeyine etkisi, 20. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, İstanbul (sözlü bildiri).