



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2024; 38 (2): 117 - 124
<http://www.fusabil.org>

Supramaksimal Egzersizden Sonra Hematolojik Değerlerdeki Değişim ve Apilarnilin Koruyucu Etkisi*

Fatih ÇAKAR^{1, a}
Halil ŞİMŞEK^{2, b}

¹ Bingöl Üniversitesi,
Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu,
Terapi ve Rehabilitasyon
Bölümü,
Bingöl, TÜRKİYE

² Bingöl Üniversitesi,
Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu,
Tıbbi Hizmetler ve Teknikler
Bölümü,
Bingöl, TÜRKİYE

^a ORCID: 0000-0002-7551-4087

^b ORCID: 0000-0002-9637-1265

Bu çalışmada apilarnilin tüketici egzersizden sonra oluşan hematolojik değişimlere etkisinin araştırılması amaçlandı. Çalışmada hiçbir uygulamanın yapılmadığı sham grubu (SH), oral yoldan serum fizyolojik verilen kontrol grubu (KN), çalışma boyunca 30 dk yüzme egzersizi yaptırılan ve günlük oral yoldan serum fizyolojik verilen egzersiz grubu (EG), çalışma boyunca 30 dk yüzme egzersizi yaptırılan ve takviye olarak oral yoldan günlük 400 mg/kg apilarnil verilen egzersiz+apilarnil2 grubu (EGA2) bulunmaktadır. Yüzme egzersizi yaptırılan ratlara 1 haftalık alıştırmaya egzersizi yapıldıktan sonra, 2 hafta boyunca deneysel egzersiz yaptırıldı. Çalışmanın sonunda ratlardan kan örnekleri alındı. Alınan kan dokusunda, lökosit (WBC), lenfosit (LYM), monosit (MID), granülosit (GRA), eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH), trombosit (PLT) ve trombosit dağılım genişliği (PDW) düzeyleri belirlendi. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ratlardan arası WBC, LYM, MID, GRA, RBC, HGB, HCT, PLT ve PDW değerlerinde farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, MCH ve MCHC değerlerindeki farklar anlamsız bulundu. Bu bulgular, apilarnilin egzersizle birlikte kan değerlerini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Supramaksimal egzersiz, yüzme egzersizi, apilarnil, hematolojik parametreler

Change in Hematological Values After Supramaximal Exercise and Protective Effect of Apilarnil

The aim of this study was to investigate the effect of apilarnil on haematological changes after exhaustive exercise. In the study, sham group (SH) in which no treatment was performed, control group (CN) in which saline was given orally, exercise group (EG) in which swimming exercise was performed for 30 min during the study and saline was given orally daily, exercise+apilarnil group in which swimming exercise was performed for 30 min. The exercise+apilarnil1 group (EGA1), in which swimming exercise was performed for 30 min and daily 200 mg/kg apilarnil was given orally as a supplement, and the exercise+apilarnil2 group (EGA2), in which swimming exercise was performed for 30 min and daily 400 mg/kg apilarnil was given orally as a supplement. After 1 week of acclimatisation exercise, the rats were subjected to experimental exercise for 2 weeks. At the end of the study, blood samples were taken from the rats. Leukocyte (WBC), lymphocyte (LYM), monocyte (MID), granulocyte (GRA), erythrocyte (RBC), haemoglobin (HGB), haematocrit (HCT), mean erythrocyte haemoglobin concentration (MCHC), mean erythrocyte haemoglobin (MCH), platelet (PLT) and platelet distribution width (PDW) levels were determined. Statistical analyses revealed significant differences between groups in WBC, LYM, MID, GRA, RBC, HGB, HCT, PLT, and PDW values, while differences in MCH and MCHC values were found not significant. These findings suggest that apilarnil may positively influence blood parameters in conjunction with exercise.

Key Words: Supramaximal exercise, swimming exercise, apilarnil, hematological parameters

Geliş Tarihi : 29.01.2024
Kabul Tarihi : 01.04.2024

Giriş

Egzersiz, insan vücudunun kendi sınırlarını zorlayarak fiziksel ve zihinsel sağlıkta önemli gelişmeler elde etmesini sağlayan bir süreçtir. Kasların çalışması, eklemlerin hareketlenmesi ve vücudun genel kapasitesinin artması ile karakterize olan bu süreç, düzenli uygulandığında sağlık, zindelik ve genel refahı önemli ölçüde artırabilir. Kişisel hedefler ve fiziksel koşullar doğrultusunda şekillenen egzersiz rutinleri, güçlenen kaslar, iyileşen kardiyovasküler sağlık, kontrol altına alınan kilo, azalan stres seviyeleri ve genel yaşam kalitesindeki artış ile bireylerin hayatına değer katar. Ancak, egzersizin türü, yoğunluğu ve sıklığı, kişiye özgü etkiler yaratır ve bu etkiler, fizyolojik sistemler üzerinde derinlemesine incelenmeyi gerektirir (1).

Egzersiz beden üzerindeki etkileri, özellikle dolaşım sistemi ve hücresel düzeyde dikkate değerdir. Yoğun aktivite sırasında, sıvıların vücuttaki hareketi, kan bileşenlerinin yoğunluğunun değişimi ve kan akışındaki artış gibi önemli değişiklikler gözlemlenir. Bu değişiklikler, özellikle yoğun egzersizlerde belirginleşir ve kılcal damarlardaki sıvı dengesinin bozulmasına kadar gidebilir. Bu süreçler, egzersizin hücresel ve sistemik düzeydeki etkilerini anlamak için temel oluşturur (1).

Yazışma Adresi Correspondence

Fatih ÇAKAR
Bingöl Üniversitesi,
Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu,
Terapi ve Rehabilitasyon
Bölümü,
Bingöl – TÜRKİYE

fcakar@bingol.edu.tr

* Bu çalışma, Fatih ÇAKAR'ın "Deneysel Egzersiz Yaptırılan Ratlarda Apilarnilin Kas Hasarı ve Egzersiz Performansı Üzerine Etkilerinin Araştırılması" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

Sporcular ve düzenli egzersiz yapan bireyler için doğru antrenman programları, yeterli dinlenme, dengeli beslenme ve uygun uyku düzeni gibi faktörler hayati önem taşır. Bu unsurlar, özellikle antioksidanlar açısından zengin besinler ve takviyelerle desteklendiğinde, yoğun egzersizin potansiyel olumsuz etkilerini minimize eder ve vücudun iyileşme sürecine katkıda bulunur (2).

Bu çalışmanın odak noktası ise, egzersiz sonrası ortaya çıkan bu fizyolojik değişimlere apilarnilin etkisini incelemektir. Apilarnil, erkek arı larvalarından elde edilen, besin değeri yüksek ve biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmiş bir arı ürünüdür. İçeriğinde bulunan proteinler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler ve esansiyel aminoasitlerle birlikte, polifenoller ve hormonlar gibi biyoaktif maddeler, apilarnilin sağlık üzerindeki potansiyel faydalarını araştırmak için cazip bir alan sunmaktadır (3). Bu çalışma, egzersizin ardından ratlarda gözlemlenen hematolojik parametreler üzerinde apilarnilin etkilerini belirlemeyi hedeflemektedir.

Gereç ve Yöntem

Araştırma ve Yayın Etiği: Bu araştırma için Bingöl Üniversitesi'nin Hayvan Deneyleri Etik Kurulu'ndan 14 Haziran 2022 tarihinde, 03/02 karar numarası altında onay alınmıştır.

Deney Hayvanları: Çalışmada, 250-300 gram ağırlığında ve 12-13 haftalık yaş aralığında olan 35 Wistar albino erkek sıçan kullanılmıştır. Bu hayvanlar, 24-25 °C sabit oda sıcaklığında ve 12 saatlik ışık-karanlık döngüsü (07:00-19:00 ışık; 19:00-07:00 karanlık) altında, kontrol edilen bir ortamda kafesler içinde barındırıldı. Sıçanların sınırsız su ve standart yem erişimi vardı. Araştırmaya başlamadan önce bir hafta süreyle kafeslerinde dinlenmeleri ve çevreye adaptasyonları sağlandı. Tüm bu deneyler Bingöl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Metod: Çalışmada her grupta 7 rat olacak şekilde 5 grupta toplam 35 rat kullanıldı.

1. Sham grubu (SH): Hiçbir uygulamanın yapılmadı.
2. Kontrol grubu (KN): Çalışma boyunca oral yoldan serum fizyolojik verildi.
3. Egzersiz grubu (EG): Çalışma boyunca 30 dk yüzme egzersizi yaptırıldı ve günlük oral yoldan serum fizyolojik verildi.
4. Egzersiz+apilarnil1 grubu (EGA1): Çalışma boyunca 30 dk yüzme egzersizi yaptırıldı, egzersizden 1 saat önce takviye olarak oral yoldan günlük 200 mg/kg apilarnil verildi.
5. Egzersiz+apilarnil2 grubu (EGA2): Çalışma boyunca 30 dk yüzme egzersizi yaptırıldı, egzersizden 1 saat önce takviye olarak oral yoldan günlük 400 mg/kg apilarnil verildi.

Çalışmaya başlamadan önce yüzme egzersizi yaptırılan ratlara 1 haftalık alıştırmaya egzersizi yapıldıktan sonra, 2 hafta boyunca deneysel egzersiz yaptırıldı. Deney sonunda normal uygulamalardan 6 saat sonra KN, EG, EGA1 ve EGA2 grubundaki ratlar yüzme tankında tükeninceye kadar yüzdürüldü. Daha sonra bütün gruplardaki ratlardan örnekler alındı.

Bu çalışmada, sıçanlara yönelik bir yüzme egzersiz protokolü uygulanmıştır. Egzersiz, sıçanların yüzme yeteneklerinin tükenmesine kadar devam etti. Tükenme belirtisi olarak, sıçanların suyun altında 10 saniyeden uzun süre kalmaları ve bir yüzeye yerleştirildiklerinde kendilerini düzeltmemeleri kabul edildi. Araştırmanın 14. gününde, 2, 3, 4 ve 5. gruplardaki sıçanlara yüzme egzersizi yapıldıktan sonra, tüm gruplardaki hayvanlara 60 mg/kg BW ketamin ve 6 mg/kg BW ksilasin intraperitoneal olarak uygulandı. Daha sonra servikal dislokasyon yöntemi ile ötenazi yapılan ratlardan analizler için kan örnekleri toplandı.

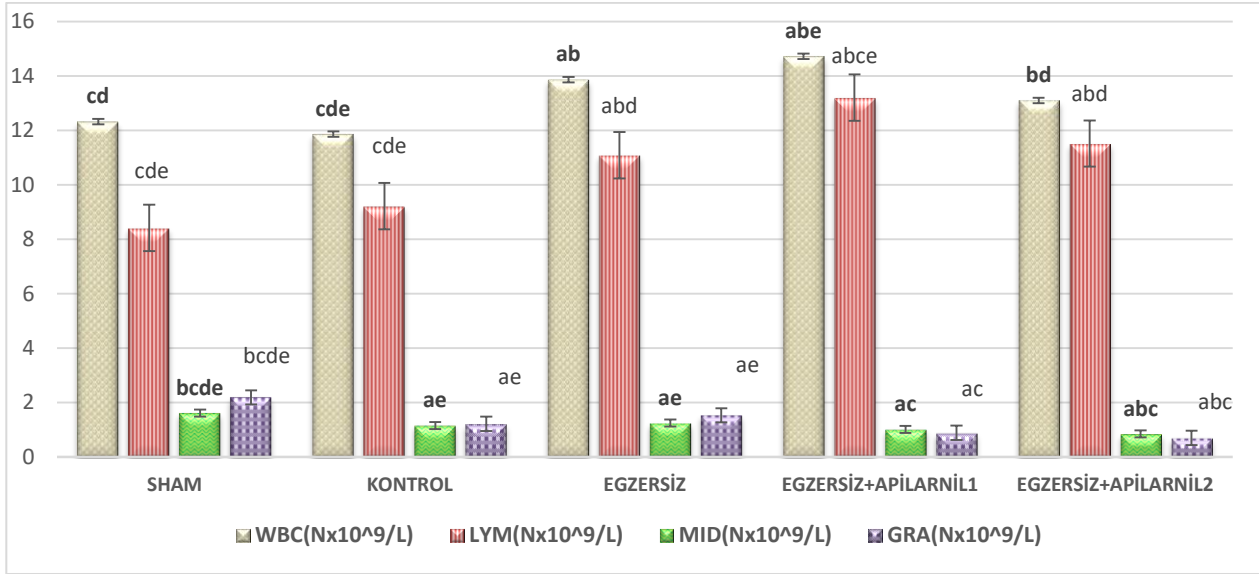
Numunelerin Alınması: Araştırmanın sonunda, ratlardan kan örnekleri toplandı. Kan örnekleri, hematolojik analizler için EDTA içeren tüplere aktarıldı. Kan sayım cihazı kullanılarak lökosit (WBC), lenfosit (LYM), monosit (MID), granülosit (GRA), eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama hücre hemoglobini (MCH), ortalama hücre hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), trombosit (PLT) ve trombosit dağılım genişliği (PDW) seviyeleri ölçüldü.

İstatistiksel Analiz: Bu çalışmanın hematolojik verilerinin analizi, SPSS 27.0 yazılımı kullanılarak yapıldı. Verilerin istatistiksel farklılıkları "Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)" ile değerlendirildi ve gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Bonferroni testi uygulandı. Veri dağılımlarının normalliği Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiş olup, varyansların homojenliği Levene's testi ile test edildi. P<0.05 değeri önemli olarak kabul edildi ve tüm sonuçlar ortalama ± standart hata (± SEM) biçiminde sunuldu.

Bulgular

Gruplar arası WBC ve LYM değerlerine bakıldığında, EG grubunda SH ve KN grubuna göre, EGA1 grubunda ise WBC değerlerinde EG grubu hariç diğer bütün gruplara, LYM de ise bütün gruplara göre anlamlı artış olduğu görülmüştür (P<0.05). EGA2 grubuna bakıldığında WBC değerlerinde, KN grubuna göre artış EGA1 grubuna göre düşüş olduğu, LYM değerlerinde ise SH ve KN grubuna göre artış, EGA1 grubuna göre düşüş olduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

MID ve GRA değerlerine bakıldığında, SH grubuna göre diğer bütün gruplarda anlamlı bir düşüş olduğu görülmüşken, diğer gruplar kendi aralarında değerlendirildiğinde, KN ve EG gruplarında MID ve GRA değerlerinin EGA2 grubuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0.05) (Şekil 1, Tablo 1).

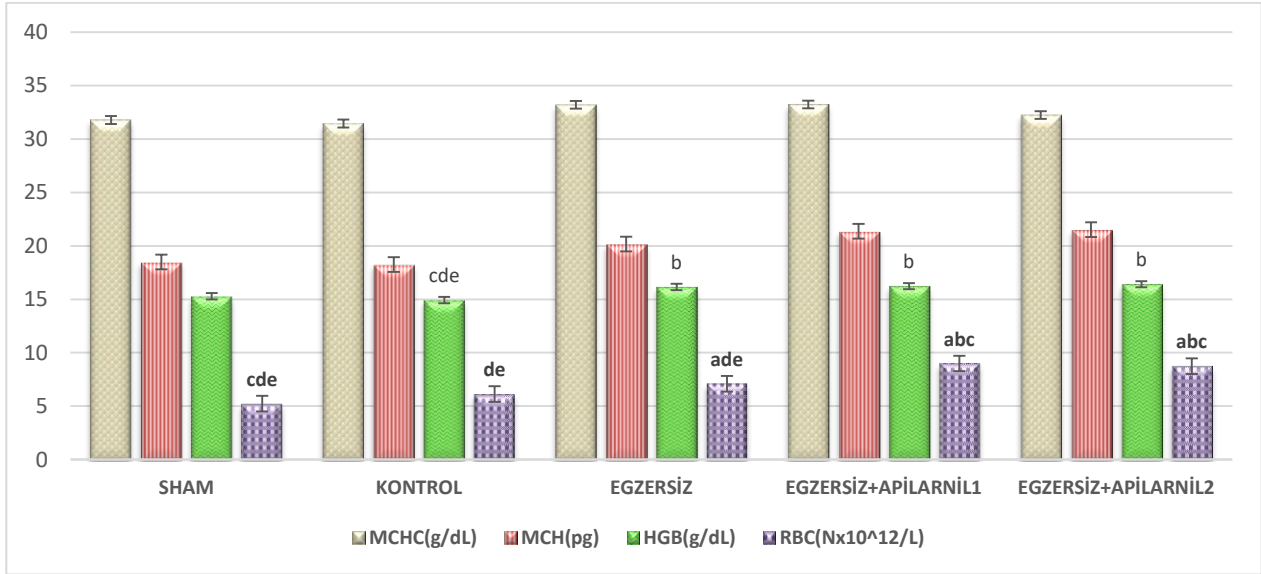


Şekil 1. Kan lökosit değerlerini gösteren bazı parametreler. **a:** Sham grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **b:** Kontrol grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **c:** Egzersiz grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **d:** Egzersiz+Apilarnil1 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **e:** Egzersiz+Apilarnil2 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Bu veriler, farklı gruplardaki deneklerin kan total lökosit sayısı (WBC) değerlerini, lenfosit (LYM), monosit (MID) ve granülosit (GRA) alt gruplarına ayrılmış olarak göstermektedir.

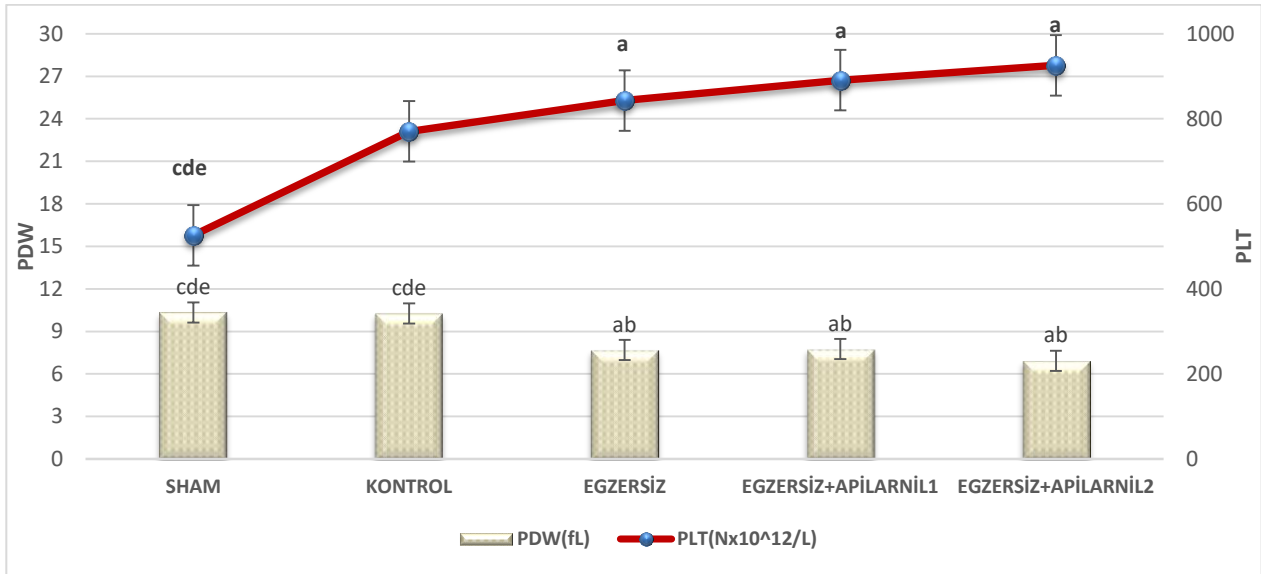
Tablo 1. Çalışmadaki bütün hematolojik parametreler

	Sham Grubu (SH)	Kontrol Grubu (KN)	Egzersiz Grubu (EG)	Egzersiz+Apilarnil1 Grubu (EGA1)	Egzersiz+Apilarnil2 Grubu (EGA2)
WBC (Nx10 ⁹ /L)	12.31±0.43 ^{c,d}	11.86±0.40 ^{c,d,e}	13.85±0.76 ^{a,b}	14.71±0.42 ^{a,b,e}	13.19±0.28 ^{b,d}
LYM (Nx10 ⁹ /L)	8.4142±0.376 ^{c,d,e}	9.218±0.243 ^{c,d,e}	11.087±0.675 ^{a,b,d}	13.217±1.286 ^{a,b,c,e}	11.52±0.48 ^{a,b,d}
MID (Nx10 ⁹ /L)	1.61±0.038 ^{b,c,d,e}	1.152±0.097 ^{a,e}	1.24±0.17 ^{a,e}	1.02±0.17 ^{a,c}	0.85±0.05 ^{a,b,c}
GRA (Nx10 ⁹ /L)	2.19±0.04 ^{b,c,d,e}	1.22±0.22 ^{a,e}	1.53±0.24 ^{a,e}	0.89±0.22 ^{a,c}	0.74±0.13 ^{a,b,c}
RBC (Nx10 ¹² /L)	5.22±0.19 ^{c,d,e}	6.12±0.37 ^{d,e}	7.1±1.12 ^{a,d,e}	8.99±0.48 ^{a,b,c}	8.74±0.23 ^{a,b,c}
HGB (g/dL)	15.29±0.34	14.93±0.97 ^{c,d,e}	16.16±0.49 ^b	16.29±0.59 ^b	16.41±0.14 ^b
MCHC (g/dL)	31.778±1.071	31.442±0.927	33.185±1.772	33.228±5.279	32.242±2.243
MCH (pg)	18.535±0.871	18.253±0.912	20.157±0.83	21.37±2.28	21.514±4.526
HCT (%)	34±2.1602 ^{d,e}	39±4.253 ^{d,e}	43.77±5.964	50.91±7.57 ^{a,b}	50.95±3.042 ^{a,b}
PLT (fL)	526±87.286 ^{c,d,e}	770.4±162.27	843±176.87 ^a	890.8±108.58 ^a	925.85±65.3 ^a
PDW (Nx10 ¹² /L)	10.342±0.454 ^{c,d,e}	10.257±0.34 ^{c,d,e}	7.685±0.241 ^{a,b}	7.757±0.435 ^{a,b}	6.928±0.826 ^{a,b}

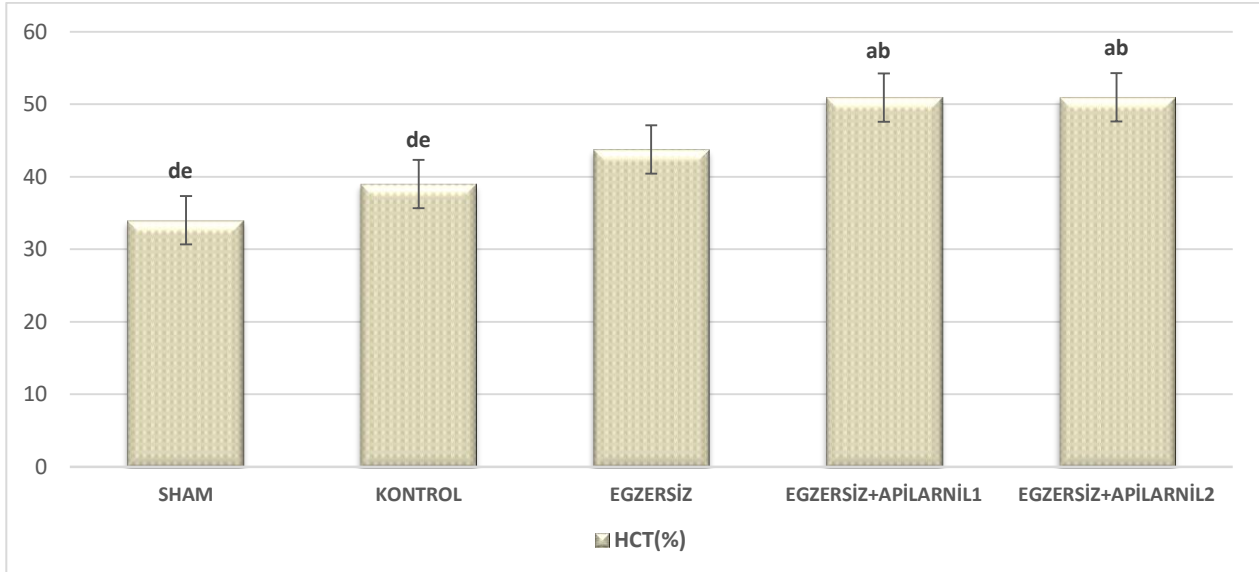
a: Sham grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **b:** Kontrol grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **c:** Egzersiz grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **d:** Egzersiz+Apilarnil1 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). **e:** Egzersiz+Apilarnil2 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05). Bu veriler, farklı gruplardaki deneklerin kan total lökosit sayısı (WBC) değerlerini, lenfosit (LYM), monosit (MID), granülosit (GRA), eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB), ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) trombosit (PLT), trombosit dağılım genişliği (PDW) ve hematokrit (HCT) alt gruplarına ayrılmış olarak göstermektedir.



Şekil 2. Kan eritrosit-hemoglobin değerlerini gösteren bazı parametreler. **a:** Sham grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **b:** Kontrol grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **c:** Egzersiz grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **d:** Egzersiz+Apilarnil1 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **e:** Egzersiz+Apilarnil2 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). Bu veriler, farklı gruplardaki deneklerin kan eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB), ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) ve ortalama eritrosit hemoglobini (MCH)) alt gruplarına ayrılmış olarak göstermektedir.



Şekil 3. Kan trombosit değerlerini gösteren bazı parametreler. **a:** Sham grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **b:** Kontrol grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **c:** Egzersiz grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **d:** Egzersiz+Apilarnil1 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **e:** Egzersiz+Apilarnil2 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). Bu veriler, farklı gruplardaki deneklerin kan trombosit (PLT) ve trombosit dağılım genişliği (PDW) alt gruplarına ayrılmış olarak göstermektedir.



Şekil 4. Kan hematokrit değerleri. **a:** Sham grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **b:** Kontrol grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **c:** Egzersiz grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **d:** Egzersiz+Apilarnil1 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). **e:** Egzersiz+Apilarnil2 grubuna göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). Bu veriler, farklı gruplardaki deneklerin kan hematokrit (HCT) alt gruplarına ayrılmış olarak göstermektedir.

Gruplar arası RBC değerlerine bakıldığında, EGA1 ve EGA2 gruplarında diğer bütün gruplara göre, EG grubunda ise SH grubuna göre anlamlı artış olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Gruplar arası HGB değerlerine bakıldığında EG, EGA1 ve EGA2 gruplarında SH ve KN grubuna göre artış olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Şekil 2, Tablo 1).

Gruplar arası PLT değerlerine bakıldığında, EG, EGA1 ve EGA2 gruplarında SH grubuna göre artış olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). PDW değerlerinde ise, EG, EGA1 ve EGA2 gruplarında SH ve KN gruplarına göre artış olduğu görülmüştür ($P<0.05$) (Şekil 3, Tablo 1).

Gruplar arası HCT değerlerine bakıldığında, EGA1 ve EGA2 gruplarında, SH ve KN gruplarına göre artış olduğu görülmüştür ($P<0.05$) (Şekil 4, Tablo 1).

Tartışma

Bu çalışmada, supramaksimal egzersizin Wistar-Albino ratlardaki hematolojik değerler üzerindeki etkileri ve apilarnil takviyesinin bu etkiler üzerindeki potansiyel modülasyonu incelenmiştir. Egzersiz, WBC, LYM, MID, GRA, RBC, HGB, HCT, PLT ve PDW gibi hematolojik parametreler üzerinde belirgin değişikliklere neden olmuştur. Bu bulgular, egzersizin hematolojik sistem üzerinde yarattığı fizyolojik stresi yansıtmaktadır. Özellikle, artan WBC ve GRA değerleri, egzersizle ilişkili inflamatuvar yanıtı işaret etmektedir. Buna karşılık, apilarnil takviyesi, bu değişimleri hafifletici bir etki göstermiş olabilir. Bu etkinin mekanizmaları, apilarnilin antioksidan ve anti inflamatuvar özellikleriyle ilişkili olabilir. Bu bulgular, apilarnilin egzersizle ilişkili hematolojik değişimlere karşı koruyucu bir ajan olarak potansiyel kullanımını işaret etmektedir.

Sporcular ve aktif yaşam süren bireyler için, yoğun egzersizin fizyolojik sistemler üzerindeki etkileri büyük bir öneme sahiptir. Egzersiz, sağlığı geliştirici etkileri sebebiyle, sağlıklı bir yaşam için önerilmektedir. Ancak düzenli ve uzun süreli egzersizin aksine, ani ve özellikle yoğun egzersizler, kalp, karaciğer, beyin ve kas gibi birçok organda hasara ve homeostatik dengesizliklere ve bazı patofizyolojik değişikliklere yol açabilir (4). Egzersiz, şiddeti ve süresine bağlı olarak vücutta homeostatik dengeye tepki olarak çeşitli fizyolojik değişikliklere yol açar. Örneğin, egzersiz akut polisitemiyi tetikler; artan oksijen ihtiyacı, metabolik stres, sıvı kompartmanlarında değişiklikler ve lökositöz gibi etkilerle hematokrit seviyelerini artırır.

Egzersizin türü, süresi ve yoğunluğunun hematolojik değerler üzerindeki etkileri literatürde farklı çalışmalarda ele alınmıştır (5). Akut yorucu yüzme egzersizinin erkek sıçanlarda kırmızı kan hücresi (RBC) ve hemoglobin (HGB) düzeylerini düşürdüğü bildirilmiştir (6). Dzhelebov ve ark. (7) köpeklerde yapılan yoğun egzersizin RBC, HGB, MCH ve MCHC değerlerini azalttığını belirtmişlerken, Koc ve ark. (8) hentbol oyuncularında akut yorucu egzersiz sonucunda RBC sayılarının arttığını, MCH değerlerinin ise düştüğünü gözlemlemiştir. Bu çalışmada ise, egzersiz yapan sıçanlarda RBC ve HGB seviyelerinde küçük bir artış tespit edilmiştir ki bu muhtemelen artan oksijen talebini karşılamak için gerçekleşmiştir. Egzersizin kısa vadeli kan parametreleri üzerindeki etkileri konusundaki tartışmalar devam etmekte olup, bu etkiler egzersizin çeşidi, şiddeti, süresi ve deney hayvanlarının türü ve bireysel farklılıklarına bağlı olarak değişebilir. Bu çalışmada gruplar arası RBC değerlerine bakıldığında, EGA1 ve EGA2 gruplarında diğer bütün gruplara göre, EG grubunda ise SH grubuna göre anlamlı artış olduğu

görülmüştür ($P<0.05$). Gruplar arası HGB değerlerine bakıldığında EG, EGA1 ve EGA2 gruplarında SH ve KN grubuna göre artış olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Şekil 2, Tablo 1). Bu sonuçlar, farklı gruplar arasında kan hücresi profillerinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Hem RBC hem de HGB değerlerindeki bu artışlar, oksijen taşıma kapasitesinin artmış olabileceğini gösterebilir. Aynı zamanda gruplar arası HCT değerlerine bakıldığında, EGA1 ve EGA2 gruplarında, SH ve KN gruplarına göre artış olduğu saptanmıştır ($P<0.05$) (Şekil 4, Tablo 1). Dayanıklılık antrenmanının RBC, HGB, HCT seviyelerinde azalmaya neden olduğu belirten çalışma da mevcuttur (9). Egzersiz türü, yoğunluğu ve süresinin, elektrolit-sıvı dengesi ve plazma hacim değişikliğindeki farklılıklar ayrı sonuçları doğurabilir. Aynı zamanda bu çalışmadaki farklı gruplar arasındaki hematokrit profillerinde belirgin farklılıklar olması ve HCT değerlerindeki artış, kanın hücre yoğunluğunun artışı ve hemokonsantrasyondan kaynaklanabileceğini de gösterebilir.

Sporcuların eritrosit sayılarının, hemoglobin konsantrasyonlarının ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonunun sporcu olmayanlara göre daha düşük olduğunu gösterirken, diğer çalışmalar hafif bir artış veya hiçbir fark olmadığını tespit etmiştir, ayrıca plazma hacmi artışının, egzersize bağlı oksidatif stres, vücut sıcaklığının artışı, asidoz, gastrointestinal kanama, akut ve kronik inflamasyon ve kırmızı kan hücrelerindeki hasar gibi bir dizi faktörün birleşimi sonucunda spor anemisine katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (10, 11). Bu çalışmada (Şekil 2, Tablo 1), MCHC ve MCH oranlarına bakıldığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar bize, farklı egzersiz türlerinin dolaşımdaki trombosit ve lökosit sayılarında değişikliklere neden olabileceğini göstermektedir. Kocakulak ve ark. (12) yaptığı bir çalışmada yapılan maç programlarının ve yoğun egzersizin demir seviyelerinde ve kanın şekilli elemanlarında ciddi değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir. Maç sonrasında HGB ve HCT değerlerinde azalma, MCHC artış görülmüş, RBC ve MCH değerlerinde ise değişiklik olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçların aksine bu çalışmada egzersiz gruplarında RBC, HGB ve HCT değerlerinde artma, MCHC ve MCH değerlerinde anlamlı bir değişikliğin olmadığı saptanmıştır. Yapılan çalışmanın şekli, süresi ve şiddeti farklı sonuçların ortaya çıkabileceğini göstermektedir.

Literatürde yer alan çeşitli çalışmalar, akut maksimal ve uzun süreli submaksimal egzersizlerin trombosit (PLT) sayısında bir artışa yol açtığını göstermektedir (13). Bununla birlikte, bazı çalışmalar egzersizin trombosit aktivitesi üzerinde bir etki yaratmadığını öne sürmektedir (14). Bu tür çelişkiler, farklı çalışmalarda kullanılan egzersiz programlarının yoğunluk ve süre açısından birbirinden farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Daha hafif ve kısa süreli egzersizlerin trombosit işlevleri üzerinde bir değişiklik yapmamasına karşın, yoğun ve uzun süreli egzersizlerin trombositlerin agregasyon ve sekresyon yeteneklerini artırdığı belirtilmiştir (15). Ayrıca, kan örneklerinin toplanmasının ardından geçen zamanın,

sonuçlar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. PLT seviyelerinde gözlenen artışlar, egzersizle ilişkili hemokonsantrasyon ile açıklanabilirken, bu durum aynı zamanda stres ve sempatik sinir sistemi aktivasyonu nedeniyle de ortaya çıkabilir. Diğer araştırmalar trombosit sayısındaki artışın, egzersiz sırasında dalak, kemik iliği veya diğer rezervuarlardan serbest bırakılan yeni trombositlerden kaynaklanmış olabileceğini öne sürmüştür (16). Trombosit sayısının egzersiz ile ilişkisi üzerine hala tartışmalar sürmekte olup, konunun daha detaylı incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmada gruplar arası PLT değerlerine bakıldığında, EG, EGA1 ve EGA2 gruplarında SH grubuna göre artış olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). PDW değerlerinde ise, EG, EGA1 ve EGA2 gruplarında SH ve KN gruplarına göre azalma görülmüştür ($P<0.05$) (Şekil 3, Tablo 1). Bu bulgular, farklı gruplar arasında trombosit profillerinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. PLT değerlerindeki artış, trombositlerin kan pıhtılaşma yeteneğinin artmış olabileceğini gösterebilir. PDW değerlerindeki azalma ise, trombositlerin farklı boyutlarda ve aktivitelere olabileceğini gösterebilir. Bu çalışmadaki bulgulara paralel olarak, maç sonrası PLT değerlerinde artış, PDW'de azalma olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (12).

Uzun süreli antrenmanlara katılan bireylerin lökosit ve lenfosit seviyelerinin, istirahatte olan sedanter bireylerden farklı olmadığı, fakat maksimal egzersizlerin her iki grup için de lökositoz ve lenfositozu neden olduğu, submaksimal egzersizlerin ise sedanter bireylerde herhangi bir etki olmadan lökositoz ve lenfositozu yol açtığı rapor edilmiştir (17). Antrenmanlı bireylerdeki bu değişiklikler dikkate değerdir. Ayrıca, beyaz kan hücresi WBC aktivasyonunun, sporcu bireyin atletik kapasitesinin yanı sıra egzersiz türü ve seviyesiyle de yakından ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Comba ve ark.(18)'nin yaptığı çalışmada böbreklerde oluşturulan stres sonrasında WBC, % monosit ve % granulosit değerlerinin stres gurbunda arttığını; % lenfosit değerlerinin ise azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmadaki gruplar arası WBC ve LYM değerlerine bakıldığında, EG grubunda SH ve KN grubuna göre, EGA1 grubunda ise WBC değerlerinde EG grubu hariç diğer bütün gruplara, LYM de ise bütün gruplara göre anlamlı artış olduğu görülmüştür ($P<0.05$). EGA2 grubuna bakıldığında WBC değerlerinde, KN grubuna göre artış EGA1 grubuna göre düşüş olduğu, LYM değerlerinde ise SH ve KN grubuna göre artış, EGA1 grubuna göre düşüş olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). MID ve GRA değerlerine bakıldığında, SH grubuna göre diğer bütün gruplarda anlamlı bir düşüş olduğu görülmüşken, diğer gruplar kendi aralarında değerlendirildiğinde, KN ve EG gruplarında MID ve GRA değerlerinin EGA2 grubuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$) (Şekil 1, Tablo 1). Bu sonuçlar yoğun ve tüketici egzersizin ratlarda enfeksiyonlara yatkınlığı arttırdığını ve İmmün sistemi baskılandığının göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu çalışmada paralel olarak Beydağı ve ark. (19) egzersizi takiben lökosit ve trombosit seviyelerinde belirgin artışlar olduğunu bildirmiştir. Yapılan egzersizin türüne bağlı olarak, lökosit seviyesinde azalmaya neden olduğunu bildiren

araştırma da mevcuttur (20). Çalışmalardan elde edilen bu sonuçlar, lökositlerdeki bu değişimin dehidratasyon ve hemokonsantrasyona bağlı olabileceğini, ayrıca egzersize bağlı stres ve kas hasarının kemik iliğindeki akyuvar havuzundan salınımın artabileceğini düşündürmektedir.

Apilarnilin enerji üretimi üzerinde güçlü bir etkisi olduğuna dair hayvan deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde, fiziksel aktiviteye maruz bırakılan sıçanlarda apilarnilin enerji üretimini arttırdığı ve kas glikojen seviyesini koruyarak yorgunluğu azalttığı belirlenmiştir (21). Ayrıca, yapılan bir efor çalışmasında, Wistar albino sıçanlarında apilarnilin oksidatif süreçleri hızlandırarak enerji kullanımını arttırdığı ve performansını korumak için enerji sağlayan kaynaklarla birlikte verilmesi gerektiği önerilmiştir. Bu durum, apilarnilin glikoz metabolizması üzerinde etkili olduğunu ve kas glikojen tüketiminde önemli etkileri olabileceğini göstermektedir.

Çay ve ark. (22), E vitamini takviyesi alan sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmada MCH, HCT ve MCHC değerlerinde herhangi bir önemli değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, Çınar ve ark. (23) tarafından yürütülen bir çalışmada, Gingko-Biloba ekstresi (EGb761) takviyesi alan sıçanlarda yapılan akut koşu bandı egzersizinin, hematolojik parametreler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, egzersiz, EGb761 takviyesi veya her ikisinin birlikte uygulanmasının RBC, HGB, MCH ve MCHC değerlerinde herhangi bir etkiye neden olmadığını ortaya koymuştur. Bu iki çalışmadaki MCH, HCT ve MCHC sonuçları bu çalışmayla paralellik göstermektedir. Bununla birlikte, akut yorucu egzersiz sıçanlarda MCV değerini düşürürken RDW değerini artırmıştır. Benzer şekilde, bir çalışmada 24 saatlik bir ultra maraton yarışının RBC, HCT, HGB, MCH ve MCHC kan seviyelerini değiştirmediğini bildirilmiştir (24). Bu çalışmanın sonuçlarına bakıldığında apilarnil verilen EGA1 ve EGA2 gruplarında kontrol gruplarına

göre RBC, HGB, HCT, LYM, WBC, PLT ve PDW değerlerinde artış olduğu ve bu artışın anlamlı olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar bize apilarnilin kan parametrelerinde dengeleyici bir etkisinin olduğunu aynı zamanda fiziksel aktivitelerde enerji verimliliğini arttırdığını düşündürmektedir. Ratlarda 50 mg/kg dozajda zeytin yaprağı ekstresi uygulamasının RBC, HGB, HCT, MCH ve MCHC değerleri üzerine herhangi bir olumlu etkisinin olmadığı belirtilmektedir (25). Bu çalışmadaki 100 mg/kg ve 200 mg/kg apilarnil uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre RBC, HGB ve HCT değerlerinde artış olduğu, MCH ve MCHC değerlerinde ise anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Bu durumun apilarnilin yüksek antioksidan içeriğine bağlı olduğunu düşündürmektedir. Alyuvarlar fazla sayıda hemoglobin içerdiklerinden ve hücre zarlarında yüksek oranda yağ asidi bulunduğundan oksidatif hasara maruz kalmaktadırlar (26).

Sonuç olarak, bu çalışmada, egzersizin süresi, yoğunluğu ve şiddetinin kanın hematolojik parametreleri üzerinde etkisinin yüksek olduğu, apilarnil takviyesinin bu değerler üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Deneysel egzersiz yaptırılan ratlarda apilarnilin kullanımının egzersiz performansı ve hematolojik parametreler üzerindeki etkileri incelenmiş ve koruyucu etkisinin olduğu gözlenmiştir. Takviye gıda olarak apilarnilin egzersizle birlikte verilip yapılan çalışma sayısı kısıtlıdır. Bu çalışma bu alandaki eksikliği gidermede önemli bir kaynak oluşturacaktır. Çalışmada lökositlerle ilgili bazı parametrelere bakılmış ama nötrofil, bazofil ve eozinofil gibi değerler yer almamıştır. Bu değerlerin de sonuçlarına bakılıp apilarnilin koruyucu etkisi daha net bir şekilde belirlenebilecektir. Apilarnilin'in hematolojik değerler üzerindeki etkileri hangi mekanizma aracılığıyla gerçekleştiği, aynı zamanda farklı dozajlardaki apilarnil uygulamasının nasıl bir sonuç doğuracağıyla ilgili çalışmalara da ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Kılınçarslan G. Fizyolojik özel dolaşım ve egzersiz. Herkes için Spor ve Rekreasyon Derg 2019; 1(1):1-10.
2. König D, Schumacher YO, et al. Myocardial stress after competitive exercise in professional road cyclists. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(10):1679-1683.
3. İnci H, İlkaya M, İzol E. Apilarnilin (Erkek Arı Larvası) Kimyasal içeriği, biyoaktif özelliği ve insan sağlığı açısından bazı hastalıkların tıbbi tedavisinde destekleyici potansiyeli. Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilim Derg 2021; 1(1):1-7.
4. Turgut M, Çınar V, Pala R, et al. Effects of acute exercise on some biochemical parameters of women. Eur J Phys Educ Sport Sci 2017; 20(1):1-7.
5. Boussetta N, Abedelmalek S, Aloui K, et al. The effect of air pollution on diurnal variation of performance in anaerobic tests, cardiovascular and hematological parameters, and blood gases on soccer players following the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level-1. Chronobiol Int 2017; 34(7):903-920.
6. Dallak M. Lack of ameliorative effect of Vitamins E and C supplements to oxidative stress and erythrocytes deterioration after exhaustive exercise at high altitude in native rats. African J Biotechnol 2012; 11(41):9835-9843.
7. Dzhelebov PV, Gundasheva DI, et al. Effects of experimental prolonged strenuous exercise on haematological parameters in dogs. Bulg J Vet Med 2009; 12(2): 112-118.
8. Koc H, Tekin A, et al. The effect of acute exercises on blood hematological parameters in handball players. African J Microbiol Res 2012;6(9):2027-2032.
9. Bekris E, Gioldasis A, et al. From preparation to competitive period in soccer: Hematological changes. Sport Sci Rev 2015; 24:103-114.
10. Varamenti E, Nikolovski Z, et al. Training-Induced Variations in Haematological and Biochemical Variables in Adolescent Athletes of Arab Origin Throughout an Entire Athletic Season. J Hum Kinet 2018; 64(1):123-135.

11. Wardyn GG, Rennard SI, et al. Effects of exercise on hematological parameters, circulating side population cells, and cytokines. *Exp Hematol* 2008; 36(2):216-223.
12. Kocakulak NA, Polat Y, et al. The effects of match conditions on the shaped elements of blood and iron level of football players. *Hacettepe J Biol Chem* 2020; 48(3):275-282.
13. Düger T, Uysal SA, Kabak VY. Onkolojik fizyoterapi ve rehabilitasyonda egzersizin kanıt düzeyi. *Türkiye Klin J Physiother Rehabil-Special Top* 2019; 1:71-78.
14. Winther K, Trap-Jensen J. The effect of exercise on platelet beta-adrenoceptor function and platelet aggregation in healthy human volunteers. *Clin Physiol* 1988; 8(2):147-153.
15. Can Z. Tıp I Diyabetli Sıçanlarda Egzersizin Vasküler Cevaba Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2019.
16. Patlar S. haftalık kronik submaksimal egzersizin lökosit ve lökosit alt grupları üzerindeki etkisi, 9. Uluslararası Spor Bilim Kongresi 4AD:226-227.
17. Gleeson M, Williams C. Intense exercise training and immune function. In *Limits of Human Endurance*. Karger Publishers 2013; (76) :39-50.
18. Comba B, Çınar A, Comba A. Et al. Sıçanlarda ACTH uygulamasının böbrek fonksiyon testleri, elektrolitler ve hematolojik parametreler üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2016; 63(3): 229-233.
19. Beydağı H, Çoksevrim B, Temoçin S, Et al. Akut submaksimal egzersizin spor yapan ve yapmayan kişilerde lökositlere etkisi. *Spor Hek Derg* 1993; 28:52-62.
20. Saddam A, Ali B, Abdelatif H. Analysis of the evolution of some hematological parameters during the first preparatory period on young Algerian soccer players (U17). *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2017; (3):10
21. Kogalniceanu S, Lancrajan I, Ardelean G. Changes of the glucidic metabolism determined by the physical effort of the treatment with the Aslavital and Apilarnil. *J Med Aradian* 2010; (3):33-41.
22. Çay M, Tamser M. Ovariektomize ve diabetik ratlarda e vitamini ve 17-β estradiolün bazı hematolojik parametreler üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilim Derg* 2008; 22(1):21-26.
23. Çınar Y, Kabakçı R, Şenol A. Effect of ginkgo biloba extract (Egb761) supplementation on hemato-biochemical parameters following acute treadmill exercise in rats. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 2021; 35(2): 98-102.
24. Ardıç F. Egzersizin sağlık yararları. *Türkiye Fiz Tıp ve Rehabil Derg* 2014; 60: 9-14.
25. Gao LP, Li Z, Guo ZY, et al. The effects of vitamin C on DDP-induced anemia in rats. *Toxicol Mech Methods* 2013; 23(6):383-388.
26. Tedesco I, Russo M, et al. Antioxidant effect of red wine polyphenols on red blood cells. *J Nutr Biochem* 2000; 11(2):114-119.