



## DÜZENLİ PİLATES YAPAN ÖĞRENCİLERDE EGZERSİZİN SERUM LİPİT PROFİLİ VE ANTİOKSİDAN KAPASİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Hatice PALÜZAR<sup>1</sup>

Ali Eren ÇİRZİ<sup>1</sup>

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı düzenli pilates egzersizleri yapan bireylerde total antioksidan kapasite ve serum lipit profilinin değişimini incelemektir. Bu amaçla, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu kız öğrencilerinden düzenli pilates egzersizi yapan (n=12) ve pilates egzersizi yapmayan (n=12) olmak üzere egzersiz ve kontrol grubu oluşturuldu. 10 haftalık pilates egzersiz programına başlamadan önce ve egzersiz programı tamamlandıktan sonra egzersiz ve kontrol grubunu oluşturan tüm öğrencilerden toplamda 2 defa kan örneği alındı. Kan numunelerinde, total lipit, tiyobarbitürik asit reaktif bileşenleri (TBARS), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktivitesi spektrofotometrik olarak ölçüldü. 10 haftalık pilates egzersiz programından sonra, egzersiz grubunun total lipit, malondialdehit (MDA), SOD ve CAT aktiviteleri sırasıyla 445±79 mg/dl; 23,82±1,14 µmol/l; 3,25±1,13 U/ml ve 7,96±1,93 U/ml olarak belirlenirken kontrol grubunda bu değerler sırasıyla 595±92 mg/dl; 11,28±1,6 µmol/l, 1,78±0,15 U/ml ve 6,1±1,71 U/ml olarak belirlendi. Verilerin analizinde Spss 23 paket programı kullanıldı. Yapılan çalışmada, egzersiz grubunda uygulanan egzersiz programı öncesi ve sonrası değerleri arasında anlamlı (p<0,05) bir artışın olduğu, kontrol grubunda ise 10 haftalık periyot süresince yapılan analizlerin değerleri arasında anlamlı bir artışın olmadığı (p>0,05) belirlendi. Elde edilen sonuçlara göre egzersiz grubunun kontrol grubundan daha düşük total lipit, daha yüksek plazma MDA konsantrasyonu, SOD ve CAT aktivitesine sahip olduğu görüldü. Egzersiz grubu öğrencilerinin MDA seviyelerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunması, aynı zamanda egzersiz grubu öğrencilerinin egzersize başlamadan önceki MDA seviyelerinin egzersiz sonrasında önemli ölçüde artması, egzersizin oksijen tüketimi ile birlikte ROS oluşumunu artırmasından dolayıdır. SOD ve CAT aktivitelerinin egzersiz grubunda yüksek bulunması antioksidan savunmanın egzersizler sonrasında arttığı anlamına gelmektedir. Düzenli pilates egzersizi periyotlarının ve şiddetinin artırıldığı zaman serum lipit profili ve antioksidan kapasite üzerine daha olumlu sonuçlar alınacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Katalaz, Malondialdehit, Pilates, Süperoksit dismutaz, TBARS

### THE EFFECT OF EXERCISE ON SERUM LIPIDE PROFILE AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN STUDENTS MAKING REGULAR PİLATES EXERCISE

#### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the changes in total antioxidant capacity and serum lipid profile in individuals who performed regular pilates exercises. For this purpose, an exercise and control group consisted of female students (n = 12) of the School of Physical Education and Sports (n = 12) who did regular pilates exercises and females (n = 12) who did not do regular pilates. Blood samples were taken twice from all the students in exercise and control group before and after the 10 week pilates exercise program. Total lipid, thiobarbituric acid reactive components (TBARS), superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activity were measured spectrophotometrically in blood samples. After the 10 week exercise program was completed, for exercise group, total lipid, malondialdehyde (MDA) concentration, SOD and CAT activities were determined as 445±79 mg/dl; 23.82±1.14 µmole/l; 3.25±1.13 U/ml and 7.96±1.93 U/ml, respectively. For control group these values were determined as 595±92 mg/dl; 11.28±1.6 µmole/l, 1.78±0.15 U/ml and 6.1±1.71 U/ml. Spss 23 package program was used to analyze the data. In the study, it was determined that there was a significant (p <0.05) increase between the values before and after the exercise program applied in the exercise group, and that there was no significant increase (p > 0.05) between the values of the analyzes performed during the 10-week period in the control group. According to the results, exercise group had lower total lipid, higher plasma MDA concentration, SOD and CAT activity than the control group. MDA levels of the exercise group students were higher than the control group and the MDA levels of exercise group before the exercise increased significantly after the exercise, this increase is due to the increase in ROS formation and oxygen consumption with exercise. High SOD and CAT activity in the exercise group means that antioxidant defense increases after the exercises. It is thought that when regular pilates exercise periods and intensity are increased, more positive results will be obtained on serum lipid profile and antioxidant capacity.

**Keywords:** Catalase, Malondialdehyde, Pilates, Superoxide dismutase, TBARS

<sup>1</sup> Trakya Üniversitesi Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi, Edirne/Türkiye, Yazışmadan sorumlu yazar: [haticepaluzar@trakya.edu.tr](mailto:haticepaluzar@trakya.edu.tr)

## GİRİŞ

Günümüz yaşam koşulları, sağlıksız beslenme, alkol ve sigara alışkanlıklarının oranının artması, iş yoğunluğu ve stresi insanların düzenli egzersizden uzak kalmasına neden olmaktadır [1]. Düzenli yapılan egzersizin sağlık üzerine olumlu etkilerinin yanında [2] özellikle yoğun yapılan egzersiz sonrasında vücutta serbest radikal oluşumunun arttığı ve bu artışın kan, karaciğer, kas gibi dokularda oksidatif hasara neden olduğu literatürler de mevcuttur [3-5]. Bu hasarda egzersizin yoğunluğu önemli bir parametredir. Egzersiz yoğunluğu ne kadar çok olursa oksidatif hasar o kadar çok olmaktadır [6,7]. Oksidatif strese bağlı hastalıklarda bu hasar kronik olarak artarken, egzersize bağlı olan bu hasar geçici olarak artmaktadır. Egzersiz sonrası bu hasara neden olan markırların normal değerlerine döndüğü bilinmektedir. Bu nedenle egzersizden kaynaklanan bu oksidatif hasarın kronik bir hasara sebep olmayacağı aksine oluşan bu kısa süreli oksidatif hasarın vücut antioksidan sistemini uyararak canlandırdığı düşünölmektedir. Bu düşünce düzenli egzersiz yapan kişilere yapılan testler sonucunda elde edilen verilerde antioksidan enzim seviyelerinin arttığına gözlemlenmesiyle desteklenmektedir [8]. Bu nedenle düzenli spor yapan bireylerin hastalıklara karşı daha dirençli oldukları bilinmektedir. Kısa süreli ve şiddetli olmayan düzenli egzersizler oksidatif strese karşı antioksidan sistemleri daha fazla aktifleştirmektedir [9].

Egzersize bağlı meydana gelen oksidatif hasarın boyutu üretilen serbest radikal miktarının yanında antioksidan savunma kapasitesi ile de belirlenmektedir. Egzersizin bir sonucu olarak antioksidan enzimlerin arttığı birçok çalışmada gösterilmiştir [10]. Vücutta üretilen serbest radikallere karşı etkili antioksidan enzimler arasında SOD (süperoksit dismutaz), CAT (katalaz), GPx (glutatyon peroksidaz) ve GST (glutatyon -S- transferaz) bulunmaktadır [11,12]. Bu enzimler, hidrojenperoksit ( $H_2O_2$ ) ve süperoksitlerin giderilmesinde görevlidir. SOD, süperoksit radikallerinin  $H_2O_2$ 'e dönüştürölmesini katalizlemektedir. Dokularda bulunan CAT ve GPx gibi enzimler ise  $H_2O_2$ 'in su ve oksijene parçalanarak zehirsizleştirilmesinde görevli enzimlerdir [13]. Eğer antioksidan kapasitesini aşan serbest radikal oluşursa yağlar, proteinler ve diğer moleküller oksitlenir [14,15]. Bu nedenle egzersiz dolayısıyla serbest radikal seviyesi antioksidan kapasitesini aşarsa lipit peroksidasyonunun oluştuğu düşünölmektedir. Lipit peroksidasyonu nedeniyle oluşan serbest radikallerden miktarca en fazla olanı MDA'dır. Oksidatif stresin belirlenebilmesinde ucuz ve kolay olduğu bilinen TBARS analizi tercih edilmektedir. TBARS analizi, başta MDA olmak üzere ROS oksidasyon ürünlerinin çoğuyla tepkimeye giren Tibarbitürik asitin kullanıldığı bir metottur.

Egzersizin lipit düzeyi ve antioksidan kapasite üzerine etkisi pek çok araştırıcının ilgi odağı olmuştur. Egzersiz, vücut ağırlığı ve yağ depolarının azalmasını sağlarken, total lipid düzeylerinde ve serum trigliseritlerinde de azalmalara sebep olmaktadır. Egzersizin serum lipit düzeylerine bu etkisi kardiyovasküler risk faktörlerinde de azalmalara neden olmaktadır [16,17]. Aynı şekilde oksidatif

stresteki artışın da kanser, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi pek çok hastalığa sebep olduğu bilinmektedir. Bu amaçla farklı spor dallarının ve egzersizlerin canlılardaki total lipit düzeyi ve antioksidan kapasite üzerine etkilerinin incelenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ise şiddetli ve yoğun egzersiz içeren sporların dışında egzersiz şiddetinin az olduğu bilinen ve günümüzde özellikle kadınlar için çok popüler olan ve daha önce serum lipit profili ve total antioksidan kapasite üzerine etkisi incelenmemiş olan pilates egzersizlerinin etkisi araştırılmıştır.

## **MATERYAL ve METOT**

### **Kimyasallar**

Biyokimyasal analizlerde kullanılan kimyasalların tümü Merck KGaA'dan temin edildi. Analizlerde kullanılan çözeltiler analitiksel olarak analizlerden hemen önce hazırlandı.

### **Çalışma gruplarının belirlenmesi**

Çalışmaya katılacak olan üniversite öğrencileri gönüllülük esasına göre Trakya Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu kız öğrencilerinden seçildi. Gönüllü olan öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrenciler çalışma hakkında bilgilendirilerek öğrencilerin çalışmaya katılımları için katılımcı onay formu imzalatıldı. Çalışmaya gönüllü katılımcı onay formunu imzalayan 24 kız öğrenci dâhil edildi. Gönüllü katılımcılar çalışmada aşağıdaki şekilde tanımlandı. Çalışmamızda yer alacak gönüllü kız öğrenci sayısının belirlenmesinde örneklem analizi yapılmıştır. Benzer çalışmalardaki bulgular neticesinde kişilerin SOD, CAT ve MDA değerlerinin ortalamasının sırasıyla  $1,78 \pm 0,30$ ;  $4,0 \pm 0,25$  ve  $4,02 \pm 0,15$  olduğu bilinmektedir. Bu değerlerin egzersizler sonrasında SOD değerini %30, CAT değerini %50 oranında arttırdığı ve MDA değerini ise %7 oranında azalttığı görülmektedir. Aynı bireylerin hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrası SOD, CAT ve MDA değerleri karşılaştırıldığında ölçümler arasında anlamlı fark bulabilmek için  $\alpha = 0,05$ ,  $1-\beta = 0,80$  iken her çalışma grubundaki bireylerin sayısı en az 12 olarak belirlenmiştir.  $\alpha = 0,05$ ,  $1-\beta = 0,80$ ,  $n=12$  ve  $\delta = 0,80$  alındığında hesaplanan power değeri 0,808 olarak bulunmuştur. Yapılan hesaplamalar için PS Power and Sample Size Calculations v3.0 programı kullanılmıştır. Ayrıca araştırma için etik kurul onayı alınmıştır.

Egzersiz Grubu (EG):  $n=12$  gönüllüden oluşan, belirlenen pilates egzersizlerini yapan kız öğrenci grubu.

Kontrol Grubu (SG):  $n=12$  gönüllüden oluşan, pilates egzersizi yapmayan kız öğrenci grubu.

Çalışmaya dahil edilen öğrenciler, herhangi bir metabolik rahatsızlığı olmayan, sürekli ilaç kullanma zorunluluğu bulunmayan, sigara ve alkol tüketmeyen kişilerdir. Egzersiz grubu ve kontrol grubu öğrencilerine ait fiziksel parametreler Tablo 1’de gösterildi.

**Tablo 1.** Çalışma Gruplarının Yaş, Boy ve Kilo Ortalamaları

	Yaş	Boy	Vücut ağırlığı
Egzersiz Grubu	21,58±2,50	1,63±0,06	56,42±7,39
Kontrol Grubu	20,83±0,72	1,62±0,06	55,25±7,65*

\*p değerinin alfa değerinden küçük olduğu durumlar anlamlı olarak kabul edildi (p<0.05).

Tablo 1’de yer alan egzersiz grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmayıp sedanter grubunun vücut ağırlığında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi. Egzersiz grubunu temsil eden öğrenci grubu 10 hafta boyunca haftada 4 gün saat 18:00-18:30 arasında belirlenen pilates egzersizlerini denetimimiz altında yaptı.

#### Uygulanan egzersiz programı

Öğrencilere belirlenen pilates egzersizleri kapalı spor salonunda yaptırıldı. Uygulanan egzersiz programı Tablo 2’de görülmektedir. Çalışma sırasında olası fizyolojik ve yorgunluk gibi olumsuz faktörlerle karşılaşmamak için katılımcılar pilates mat egzersizlerini 48 saat ara ile uyguladı. Yapılan çalışmada herhangi bir ısınma protokolü ve egzersizler arasında dinlenme olmadan haftada 4 gün 30 dakika süreyle, toplam 10 hafta boyunca belirlenen pilates egzersizleri yapıldı.

**Tablo 2.** Uygulanan Egzersiz Programı

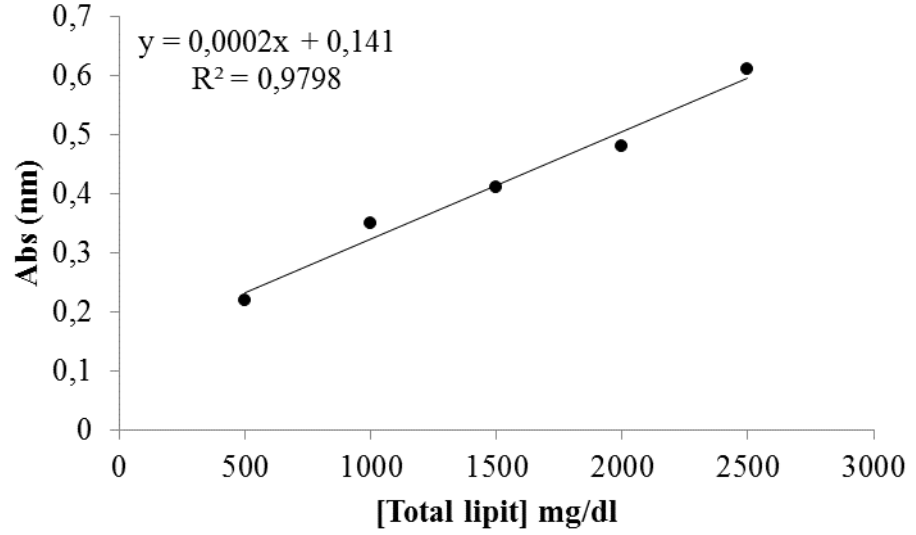
	Uygulanan egzersizler	Egzersizlerin tekrar sayıları
1	Bridge (Köprü)	1*12
2	Chest lift (Göğüs germe)	1*12
3	Single leg stretch (tek bacak germe)	1*10
4	Double leg stretch (çift bacak germe)	1*8
5	Single straight leg stretch (tek düz bacak germe)	1*10
6	Criss cross (çapraz çizgi)	1*10
7	Spine stretch forward (öne doğru omurga germe)	1*8
8	Saw (testere)	1*10
9	Rolling like a ball (top gibi yuvarlanmak)	1*12
10	Roll up (yuvarlanma)	1*6
11	Hundred (100 kere hareketi)	1*100
12	Kneeling side leg lift (diz çöküp yan bacak kaldırma)	1*12
13	Kneeling side leg circle (diz çöküp yan bacak çevirme)	1*12
14	Side bend (yan kalkış)	1*6
15	Double leg kick (çift bacak vuruşu)	1*8

**Kan örneklerinin alınması**

Çalışmada öğrenciler normal yaşamlarına müdahalede bulunmadan, beslenme alışkanlıklarını değiştirmeden ve herhangi bir ilaç takviyesi uygulanmadan egzersiz programına dâhil oldular. Tüm öğrencilerden 10 haftalık egzersiz programına başlamadan önce bir kez ve bu program tamamlandıktan sonra bir kez olmak üzere toplamda iki kere açlık kan örneği alındı. Alınan kan örneklerinin 1 saat boyunca pıhtılaşması beklendi ve daha sonra 10 dakika süreyle +4 °C ta; 4000 g'de santrifüj edildi [18]. Bu şekilde elde edilen serum örneklerinin biyokimyasal analizleri yapıldı.

**Total lipit analizi**

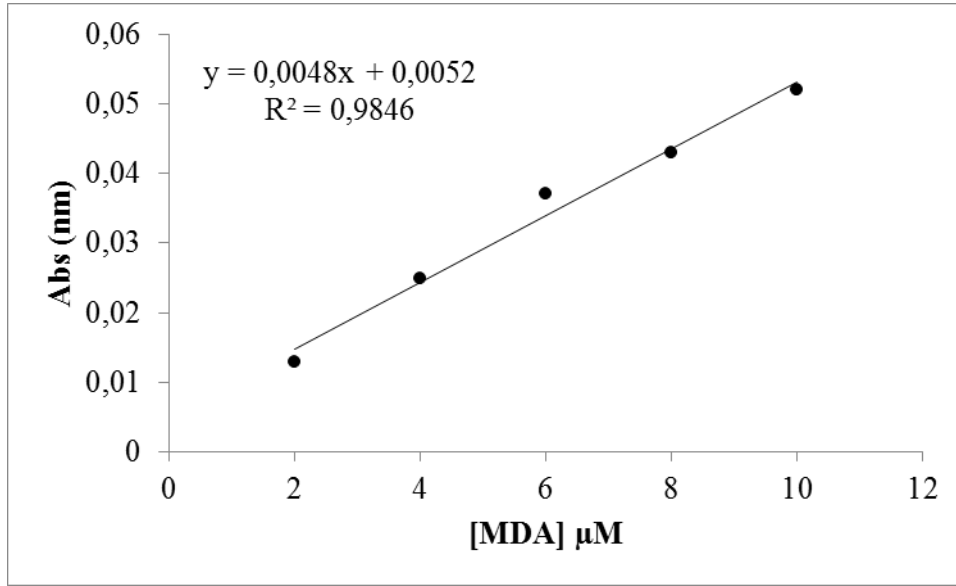
Deneyin prensibi, asidik ortamda kaynatılarak hidrolize edilen lipitlerin fosfat iyonları varlığında vanilin ile oluşturdukları pembe rengin absorbansının 540 nm dalga boyunda ölçülmesi esasına dayanır. Bu çalışmada total lipit analizi sülfosfovanilin metoduna göre yapıldı [19]. Fosfo-vanilin reaktifini hazırlamak için 350 ml 0,039 M vanilin çözeltisi, 50ml destile su ve 600 ml % 65'lik (v/v) ortofosforik asit ile karıştırıldı ve kullanılıncaya kadar oda sıcaklığında amber şişede muhafaza edildi. Standart çözelti 600 mg/dl zeytinyağı (etanolda) içerecek şekilde hazırlandı. Standart grafiğin elde edilmesinde 500-3000 mg/dl konsantrasyonunda zeytinyağı standart çözeltisi içerecek şekilde tüplere 0,2 ml standart çözelti ve üzerine 2 ml d.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> koyularak 10 dk boyunca kaynar su banyosunda inkübe edildi. 10 dk sürenin sonunda tüpler soğuk su banyosunda soğutuldu. Kaynatılıp soğutulmuş tüp içeriklerinden 0,1 ml alınarak 3 ml sulfo fosfo vanilin reaktifi ile iyice karıştırılarak 30 dk süre ile oda sıcaklığında reaksiyonun gerçekleşmesi için beklendi. Aynı işlemler kan numunelerinin total lipit analizinin yapılması için, 0,2 ml serum numuneleri için de gerçekleştirildi. Tüm işlemlerin sonunda 540 nm dalga boyunda numune yerine d. su içeren kör tüpüne karşı ölçümler alındı.



Şekil 1. Total lipit analizi standart grafiği

### TBARS tayini

Deneyin prensibi, lipid perosidasyonun ürünü olan MDA ve diğer aldehitlerin tiyobarbitürük asit (TBA) ile asit ortamda ısıtılarak reaksiyona sokulması sonucu oluşan pembe renkli kromojenin 530 nm'de okunması esasına dayanır [20]. Bu amaçla, standart olarak MDA stok çözeltisi hazırlandı. Kalibrasyon eğrisi 2-10 µM konsantrasyon aralığında MDA ile elde edilen değerlere göre çizildi. Standart grafiği elde etmek için 0,25 ml standart MDA çözeltisi 2 ml TBA reaktifi (2,5 M HCl ile hazırlanan % 20 (w/v) TCA ve % 0,5 (w/v) TBA içeren çözelti) ile ağzı kapalı tüplerde 20 dk 80 °C'deki su banyosunda inkübe edildi. Bu sürenin sonunda tüpler oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve üzerlerine 3 ml n-bütanol ilave edilerek 2000 rpm'de 10 dk santrifüjlendi. Aynı işlemler standart çözelti yerine 0,25 ml numune kullanılarak da gerçekleştirildi. Santrifüj sonrasında elde edilen pembe-kırmızı renkli süpernatantlar n-bütanol çözeltisine karşı 530 nm'de ölçüldü [21].



Şekil 2. TBARS analizi standart grafiği

### SOD aktivite tayini

Bu çalışmada SOD enzim aktivitesinin tayini NitroBlue Tetrazolium/Riboflavin (NBT/RF) metodunda bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek yapıldı [22]. Bu metodun prensibi NBT'nin UV ışık altında oluşan ROS tarafından indirgenmesi ve bu indirgenmenin 560 nm'de ölçülmesi esasına dayanır. Bu çalışmada NBT yerine aynı kimyasal etkiyi gösteren ve serbest radikaller varlığında 560 nm'de ölçülebilen kırmızı renkli bir bileşik oluşturan INT kullanıldı [23].

Enzim aktivitesi ölçümü için, 50 mM fosfat tamponu (pH 7.5), 13 mM metiyonin, 75 M INT, 0.1 mM EDTA, 50 µL kan serumu ve 2 M riboflavin içeren toplam 1 ml reaksiyon karışımı hazırlandı. Riboflavin ilavesinin ardından tüpler vortexlendi. Tüpler, iki adet 15 W floresan lambadan oluşan bir UV ışık kaynağının yaklaşık 30 cm altına yerleştirildi ve bu ortamda 10 dakika boyunca inkübe edildi. Tüm bu işlemlerin sonunda reaksiyon karışımının absorbansı 560 nm'de okundu [24]. 1 Ünite SOD aktivitesi, serbest radikallerin üretiminin % 50'sini inhibe eden enzim miktarını ifade etmektedir.

### CAT aktivite tayini

CAT enzim aktivitesi Aebi metoduna göre ölçüldü [25]. Ölçümün prensibi CAT enzimi tarafından parçalanmış H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin 240 nm dalga boyunda absorbansının ölçülmesi esasına dayanır. Aktivite ölçümü için 250 µL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10 mM) çözeltisi 700 µL fosfat tamponuna (50 mM, pH: 7.0) ilave edildi. 50 µL kan serumu hızlıca bu reaksiyon karışımına eklendi ve quartz küvet ile spektrofotometreye yerleştirildi. Absorbans değerlerindeki düşüş 240 nm'de 3 dk

boyunca ölçüldü. 1 Ünite CAT aktivitesi, 1 dk'da 1µmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'i parçalayan enzim miktarını ifade etmektedir [26].

### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 23 paket programı kullanılarak yapıldı. Araştırma verilerimizin sonuçları ortalama ± standart sapma (SD) olarak verildi. Ölçülebilir verilerimizin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilks normallik testiyle test edildi. Her bir bağımlı değişkendeki farklılıkları ve egzersiz öncesi ve sonrası gruplardaki değişimi incelemek için Repeated Measures ANOVA 2X2 analizi yapıldı. p<0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### BULGULAR

**Tablo 3.** Egzersiz ve kontrol grubu öğrencilerine ait biyokimyasal parametreler

	Gruplar	Ölçümler	N	Sonuç	p	Fark	F	p
Total lipit (mg/dl)	Egzersiz grubu	İlk test	12	595±36	<0,05	150±43	15,42	<0,05
		Son test	12	445±79				
	Kontrol grubu	İlk test	12	545±48	>0,05	50±14		
		Son test	12	595±62				
TBARS (µmol/l)	Egzersiz grubu	İlk test	12	13,73±1,23	<0,05	10,09±0,1	0,507	<0,05
		Son test	12	23,82±1,14				
	Kontrol grubu	İlk test	12	10,56±2,19	>0,05	0,72±0,6		
		Son test	12	11,28±1,6				
SOD (U/ml)	Egzersiz grubu	İlk test	12	1,59±0,25	<0,05	1,66±0,8	3,15	<0,05
		Son test	12	3,25±1,13				
	Kontrol grubu	İlk test	12	1,36±0,32	>0,05	0,42±0,2		
		Son test	12	1,78±0,15				
CAT (U/ml)	Egzersiz grubu	İlk test	12	6,71±0,33	<0,05	1,25±0,6	2,82	<0,05
		Son test	12	7,96±0,93				
	Kontrol grubu	İlk test	12	5,2±0,45	>0,05	0,9±0,3		
		Son test	12	6,1±0,71				

\* p değerinin alfa değerinden küçük olduğu durumlar anlamlı olarak kabul edildi (p<0,05).

Tablo 3 incelendiğinde, egzersiz grubunun ilk test total lipit (mg/dl) değerler ortalamasının 595±36 mg/dl, son test değerler ortalamasının ise 445±79 mg/dl, olduğu görülmüş olup istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş görülmüştür (p<0,05). Bunlarla birlikte aynı tablodaki TBARS (µmol/l) analizi ile ölçülen MDA seviyeleri incelendiğinde ise egzersiz



grubunda program öncesi  $13,73 \pm 1,23$   $\mu\text{mol/l}$ , egzersiz programı sonrası ise  $23,82 \pm 1,14$   $\mu\text{mol/l}$  görülmüş olup istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Egzersiz grubunda TBARS düzeylerinin artmış olması egzersizin oksijen tüketimi ile birlikte ROS oluşumunu artırmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada uygulanan pilates egzersiz programı öncesi ve sonrasında yapılan analizlerde egzersiz grubunun SOD ve CAT aktivitesinin önemli ölçüde arttığı, kontrol grubunda ise daha düşük bir artışın olduğu görülmüştür. Egzersiz ve kontrol grubuna ait elde edilen SOD (U/ml) ve CAT (U/ml) aktiviteleri  $1,59 \pm 0,25$  ve  $6,71 \pm 0,33$  değerlerinden sırasıyla  $3,25 \pm 1,13$  ve  $7,96 \pm 1,93$  değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır ( $p < 0,05$ ). Bu çalışmada uygulanan pilates egzersizinin haftada 4 günü aşmayan ve yoğun olmayan bir egzersiz programı olmasından dolayı SOD ve CAT aktivitelerinde artışın gözlenmesi literatürle uyumlu bir sonuçtur. Yine aynı tabloda çalışmaya dahil edilen kontrol grubunun ilk ve son test total lipit (mg/dl), TBARS ( $\mu\text{mol/l}$ ), CAT (U/ml) ve SOD (U/ml) aktivite değerleri ortalamasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ( $p > 0,05$ ). Egzersiz grubu ile kontrol grubunu oluşturan öğrencilerin Total lipit ( $F = 15,42$ ), TBARS ( $F = 0,507$ ), SOD ( $F = 3,15$ ) ve CAT ( $F = 2,82$ ) düzeylerinin ön test ile son test ölçümleri arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur (Tablo 3).

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Pilates egzersizlerinin kas koordinasyonu, duruş, nefes alma, esneklik gibi birçok olumlu etkiye neden olduğu bilinmektedir [27,29]. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bunlara ek olarak osteoporoz [30,31] ve kanser [32] gibi yaşam koşullarını yüksek oranda olumsuz etkileyen hastalıkların düzenli yapılan pilates egzersizleri sonucunda olumlu etkilenebileceğine dair sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle fiziksel aktivitenin kan parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi devam eden bir araştırma alanı haline gelmiştir [33]. Çeşitli egzersiz programlarının, fiziksel aktivitelerin yağlar ve karbonhidrat metabolizmasını olumlu etkilediği, vücut ağırlığında, yağ depolarında [34], total kolesterol ve trigliseritte ılımlı azalmalara yol açtığı bildirilmiştir [35]. Egzersizin tipine, şiddetine ve süresine bağlı olarak, farklı yaş gruplarında [33], birçok fonksiyonel, fizyolojik, hematolojik ve biyokimyasal parametrelerde değişiklikler olabilmektedir.

Fiziksel egzersiz esnasında oksijen tüketiminin yüksek olması ile oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROS) miktarının fazla olması arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir [36-38].

Egzersiz esnasında organizmada enerji tüketimi ve metabolik aktivite önemli ölçüde artmaktadır. Artan metabolik aktivite sonucunda kullanılan oksijen miktarına bağlı olarak ROS oluşmaktadır [39, 40]. Oluşan ROS organizmada lipit, karbonhidrat ve protein moleküllerine hasar vermenin yanında kas hücrelerine de hasar vermektedir. Egzersiz süresince oluşan kas ağrılarının ana sebeplerinden biri kaslarda oluşan ROS'lardır. Lipit peroksidasyonu sonucunda oluşan ve miktarı en yüksek olan ROS ürünlerin biri de MDA'dır. Fiziksel egzersiz esnasında oksidatif hasar oluşabileceği bilinmektedir. Bu hasar serbest radikal üretiminin yanı sıra antioksidan savunma kapasitesi ile de belirlenmektedir [11]. Egzersiz esnasında oluşan serbest radikallere karşı hücrede bulunan antioksidan savunma sistemi enzimleri etkilidir. SOD ve CAT enzimleri bu enzimlerin arasında yer almaktadır [12]. Yapılan çalışmalar yoğun yapılan egzersizin bu enzimlerin aktivitelerini olumsuz olarak etkileyebileceğini göstermektedir [41,42]. Bu hasarda egzersizin yoğunluğu önemli bir parametredir. Egzersiz düzenli olarak ve belirli şiddette yapıldığında antioksidan savunma sistemine olumlu etki göstermektedir [43,44]. Oksidatif strese bağlı hastalıklarda bu hasar kronik olarak artarken, egzersize bağlı olan bu hasar geçici olarak artmaktadır, egzersiz sonrası bu hasara neden olan markırların normal değerlerine döndüğü bilinmektedir. Bu nedenle egzersizden kaynaklanan bu oksidatif hasarın kronik bir hasara sebep olmayacağı aksine oluşan bu kısa süreli oksidatif hasarın vücut antioksidan sistemini uyararak canlandırdığı düşünülmektedir. Bu düşünce düzenli egzersiz yapan kişilere yapılan testler sonucunda elde edilen verilerde antioksidan enzim seviyelerinin arttığının gözlemlenmesiyle desteklenmektedir. Bu nedenle düzenli spor yapan bireylerin hastalıklara karşı daha dirençli oldukları bilinmektedir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar incelendiğinde Pilates egzersizlerinin belirlenen çalışma periyodu (10 hafta) sonunda egzersiz grubu öğrencilerinin total lipit seviyesini egzersiz öncesi elde edilen verilere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşürdüğü görülmektedir. Egzersizin serum lipit profili üzerine etkilerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Egzersizin yanı sıra düzenli olarak yapılan fiziksel aktivitelerin de lipit metabolizmasını olumlu yönde etkilediği bilinmektedir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde, yapılan egzersizin süresi ve şiddetine bağlı olarak total serum lipit seviyelerinde düşüş meydana getirdiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır [23-25]. Elde

edilen veriler egzersizin gençlerde bile total lipit profili üzerine etki ederek kardiovasküler risk faktörlerini azaltmada etkili olabileceğini düşündürmüştür.

Bu çalışmada uygulanan egzersiz programı sonrasında TBARS analizi ile ölçülen MDA seviyeleri incelendiğinde egzersiz grubu öğrencilerinin egzersize başlamadan önceki MDA seviyelerinin egzersiz sonrasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde arttığı görülmektedir. Egzersiz grubunda TBARS düzeylerinin artmış olması egzersizin oksijen tüketimi ile birlikte ROS oluşumunu artırmasından dolayıdır. Daha önce yapılan çalışmalarda yapılan diğer egzersizlerin MDA seviyesi üzerine etkisi incelenmiş ancak pilates egzersizinin MDA üzerine etkisi incelenmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalar yüksek seviyede antrenman yapmış maratoncular, bisikletçiler ve kayakçılar üzerinde yapılmış ve yapılan egzersizlerin MDA seviyelerini arttırdığı rapor edilmiştir [45,46].

Ayrıca çalışmamızda pilates egzersizlerinin antioksidan savunma sistemi enzimlerinden SOD ve CAT enzim aktiviteleri üzerine etkisi incelenmiştir. SOD enzimi oksidatif strese karşı primer savunma mekanizmasını oluşturmaktadır [46]. Bir metalloenzim olan SOD, süperoksidin  $H_2O_2$ 'e dismutasyonunu katalizlerken CAT enzimi oluşan  $H_2O_2$ 'nin su ve oksijene parçalanmasından sorumludur [48]. Bu çalışmada uygulanan pilates egzersiz programı öncesi ve sonrasında yapılan analizlerde egzersiz grubunun SOD ve CAT aktivitesinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı, kontrol grubunda ise daha düşük bir artışın olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür. Egzersiz sonrasında artan ROS seviyesine karşı vücudun antioksidan enzim aktivitesini arttırdığı düşünülmektedir. Egzersiz ve kontrol grubuna ait elde edilen SOD ve CAT aktiviteleri Tablo 3'de verilmiştir. Bu çalışmada uygulanan pilates egzersizinin haftada 4 günü aşmayan ve yoğun olmayan bir egzersiz programı olmasından dolayı SOD ve CAT aktivitelerinde artışın gözlenmesi literatürle uyumlu bir sonuçtur [32,49].

Özetle, yapılan pilates egzersizlerinde vücut serbest radikal miktarını arttırmakta ve oksidatif strese maruz kalmaktadır. Oluşan oksidatif strese karşı vücudun antioksidan savunma sistemleri harekete geçmektedir. 10 haftalık düzenli pilates egzersiz periyoduna başlamadan önce yapılan ilk test ve periyodun tamamlanmasından sonra yapılan son test incelendiğinde oluşan oksidatif stresin bir göstergesi olan MDA'nın istatistiksel olarak anlamlı derecede artması egzersiz sonrasında serbest radikalleri arttırdığını düşündürmektedir. Buna neden olarak, egzersizler arası dinlenme süresinin kısa olması ve egzersizlerde daha çok anaerobik

çalışmaların yapılmasının serbest radikal üretimini artışa geçirdiğini söyleyebiliriz. Öte yandan yapılan pilates egzersizleri egzersiz grubundaki öğrencilerin antioksidan savunma sistemi enzimlerinin (SOD ve CAT) aktivitesini istatistiksel olarak anlamlı olarak arttırmıştır. Bu çalışma ve pilates egzersizleri ile ilgili yapılacak diğer çalışmaların ve bu çalışmada da olduğu gibi elde edilen olumlu sonuçların insanların egzersize yönelimlerini arttıracaklarını düşünmekteyiz.

### TEŞEKKÜRLER

Bu çalışmada bize vermiş olduğu destekten dolayı Trakya Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğretim üyelerinden Doç. Dr. İsa SAĞIROĞLU'na, Trakya Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı Biyokimya alanı Doktora öğrencilerinden Gülçin AKAGÜN'e ve Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi hemşirelerinden Tülay CİHANGİR ÖZTÜRK'e teşekkürlerimizi sunarız.

### KAYNAKLAR

1. Packer L. Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. *J Sports Sci.*, 1997; 15: 353-363.
2. Sato Y. Diabetes and life-styles: role of physical exercise for primary prevention. *Br J Nutr.*, 2000; 84: 187-190.
3. Viña J, Gomez-Cabrera MC, Lloret A, Marquez R, Miñana JB, Pallardó FV, et al. Free radicals in exhaustive physical exercise: mechanism of production, and protection by antioxidants. *IUBMB Life*, 2000; 50: 271-277.
4. Baltimore MD, Kaikkonen J, Kosonen L, Nysönen K, Porkkala-Sarataho E, Salonen R, et al. Effect of combined coenzyme Q 10 and tocopheryl acetate supplementation on exercise-induced lipid peroxidation and muscular damage a placebo controlled double blind study in marathon runners. *Free Rad Res.*, 1998; 29: 85-92.
5. Sanchez-Quesada JL, Holms-Serradesanferm R, Serrat-Serrat J, Serra-Grima JR, Gonzalez-Sastre J, Ordonez-Llanos J. Increase of LDL susceptibility to oxidation occurring after intense, long duration aerobic exercise. *Atherosclerosis*, 1995; 118: 297-305.
6. Ji LL. Oxidative stress during exercise: implication of antioxidant nutrients. *Free Radical Biology and Medicine*, 1995; 18: 1079–1086.
7. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relation ship with exercise and training. *Sports Med.*, 2006; 36: 327-358.
8. Aguilo A, Tauler P, Pilar Guix M, Villa G, Cordova A, Tur JA, et al. Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2003; 14: 319-325.
9. White A, Estrada M, Walker K, Wisnia P, Filgueira G, Valdes F, et al. Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in thoroughbred race horses. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A Molecular and Integrative Physiology*, 2001; 128: 99-104.
10. Timothy IM, Kevin EE, Hageman KS, Poole DC. Altered regional blood flow responses to submaximal exercise in older rats. *Journal of Applied Physiology*, 2003; 96: 81–88.
11. Aydın A, Sayal A, İşimer A. Serbest radikaller ve antioksidan savunma sistemi. Ankara Gülhane Askeri Tıp Akademisi Basımevi; 2001.

12. Abed KE, Rebai H, Bloomer RJ, Trabelsi K, Masmoudi L, Zbidi A, et al. Antioksidant status and oksidative stres at rest and in response to acute exercise in judokas and sedantary men. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011; 25: 2400-2409.
13. Tekcan M, Oksidatif stres-antioksidan sistemler. *Infertilite- Androloji Bülteni*, 2009; 131-136.
14. Clarkson PM, Thompson HS. Antioxidants: what role do they play in physical exercise and health?. *Am J Clin Nutr.*, 2000; 72: 637–646.
15. Smith LL, Miles MP. Exercise induced muscle injury and inflammation. *Kirkendall Exercise and Sport Science*, 2000; 401-411.
16. Tran ZV, Weltman A. Differential effects of exercise on serum lipid and lipoprotein levels seen with changes in body weight: a meta-analysis. *JAMA*, 1985; 254: 919-924.
17. La Monte MJ, Durstine JL, Addy CL, Irwin ML, Ainsworth BE. Physical activity, physical fitness, and Framingham 10-year risk score: cross-cultural activity participation study. *J Cardiopulm Rehabil*, 2001; 21: 63.
18. Roh HT, So WY. The effects of aerobic exercise training on oxidant-antioxidant balance, neurotrophic factor levels, and blood–brain barrier function in obese and non-obese men. *Journal of sport and health science*, 2016; 1-7.
19. Frings CS, Frenly TW, Dunn RT, Queen CR. Improved determination of total serum lipids the sulfo-phospho-vanilin reaction. *Clin Chem.*, 1972; 18: 673–674.
20. Buege JA, Aust SD. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.*, 1978; 52: 302–310.
21. Devasagayam TP, Boloor KK, Ramasarma T. Methods for estimating lipid peroxidation: an analysis of merits and demerits. *Indian J Biochem Biophys.*, 2003; 40: 300-308.
22. Cakmak I, Marschner H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant. Physiol.*, 1998; 98, 1222-1227.
23. Dhindsa RH, Plumb-Dhindsa R, Thorpe TA. Leaf senescence correlated with increased level of membrane permeability, lipid peroxidation and decreased level of SOD and CAT. *J. Exp. Bot.*, 1981; 32, 93-101.
24. Ho Min K, Mikal ES. Activity of enzymatic antioxidant defense systems in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles. *Physiologia Plantarum.*, 2001; 113, 548–556.
25. Aebi H. Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*; 1984.
26. Tadayuki I, Akiko T, Shinya S, Ken-ichi O, Ippei H, Yuko K, Koji T, Yoshimitsu M. A Simple Assay for Measuring Catalase Activity: A Visual Approach. *Scientific reports*, 2013; 1-4.
27. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis (Review). *Sports Med.*, 2001; 1: 1033-1062.
28. Phrompaet S, Paungmali A, Pirunsan U, Silitertpisan P. Effects of pilates training on lumbo-pelvic stability and flexibility. *Asian J Sports Med.*, 2011; 2(1):16-22.
29. Marandi SM, Nejad VS, Shanazari Z, Zolaktav V. A comparison of 12 weeks of pilates and aquatic training on the dynamic balance of women with mulitple sclerosis. *Int J Prev Med.*, 2013; 4(1):110-117.
30. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med.*, 2013; 43(7):627-41.

31. Küçükçakır N, Altan L, Korkmaz NH. Effects of Pilates exercises on pain, functional status and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis. *Journal of bodywork and movement therapies*, 2013; 17(2):204-211.
32. Paulina G, Danka C, Katarina K, Michaela K, Miroslav V, Adela P, Richard I, Jan S, Luba H. Effects of short-term Pilates exercise on selected blood parameters. *Gen. Physiol. Biophys*, 2018; 37: 443–451.
33. Pancar Z, Bozdal Ö, Biçer M, Akcan F. Acute Effect Of Anaerobic Exercise On Dynamic Balance Of Sedentary Young Boys. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2017; 3(12): 229-237.
34. Özer Y, Bozdal Ö, Pancar Z. Acute effect of circuit aerobic and traditional aerobic training on hamstring flexibility in sedentary women. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2017; 3(12): 268-275.
35. Tran ZV, Weltman A. Differentialeffects of exercise on serum lipid and lipoprotein levels seen with changes in body weight: A Meta–Analysis. *Jama*, 1985; 254: 919–24.
36. Tsekouras YE, Magkos F, Kellas Y, Basioukas KN, Kavouras SA, Sidossis LS. High-intensity interval aerobic training reduces hepatic very low-density lipoprotein triglyceride secretion rate in men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*, 2008; 295: 851-858.
37. Wooten JS, Biggerstaff KD, Anderson C. Response of lipid, lipoprotein cholesterol, and electrophoretic characteristics of lipoproteins following a single bout of aerobic exercise in women. *Eur J Appl Physiol.*, 2008; 104: 19-27.
38. Alessio HM. Exercise-induced oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.*, 1993; 25: 218-224.
39. Clarkson PM. Antioxidant and physical performance. *Crit Rev Food Nutr.*, 1995; 35: 131-141.
40. Dernbach AR, Sherman WM, Simons FC. No evidence of oxidant stress during high-intensity rowing training. *J Appl Physiol.*, 1993; 74: 2140-2145.
41. Jenkins RR, Friedland R, Howald H. Free radical chemistry: Relationship to exercise. *Sports Med.*, 1988; 5: 156-70.
42. Salminen A, Vihco V. Endurance training reduces the susceptibility of mouse skeletal muscle to lipid peroxidation in vitro. *Acta Physiol Scand.*, 1983; 117: 109-113.
43. Abed KE, Rebai H, Bloomer RJ, Trabelsi K, Masmoudi L, Zbidi A, et al. Antioxidant status and oxidative stress at rest and in response to acute exercise in judokas and sedentary men. *Journal of Strength & Conditioning Research.*, 2011; 25: 2400-2409.
44. Sabbağ Ç, Sürücüoğlu MS. Likopen: insan sağlığında vazgeçilmez bir bileşen. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2011; 6: 27-41.
45. Mena P, Maynar M, Gutierrez JM, Maynar J, Timon J, Campillo JE. Erythrocyte free radical scavenger enzymes in bicycle professional racers, adaptation to training. *Int. J. Sports Med*, 1991; 12:563-566.
46. Kıyıcı F, Kışalı NF. Alp Disiplini Kayakçılarında Sürat Egzersizleri Sonrası Kan Antioksidan Düzeylerinin İncelenmesi. *Atabesbd*, 2010; 12 (1) : 1-9.
47. Fang YZ, Yang S, Wu G. Free radicals, antioxidants and nutrition. *Nutrition*, 2002; 18: 872-879.
48. Coşkun T. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk sağlığı ve hastalıkları dergisi*, 2005; 48: 69-84.
49. Dusica D, Tosic JS, Stefanovic D, Barudzic N, Vuletic M, Zivkovic V, Jakovljevic V. The Effects Of Two Fitness Programs With Different Metabolic Demands On Oxidative Stress In The Blood Of Young Females. *Ser J Exp Clin Res*, 2015; 16 (2): 101-107.