

## Günün farklı zamanlarında yapılan futbol maçlarında oksidan-antioksidan dengenin incelenmesi\*

Sermin Algül<sup>1</sup>, Oğuz Özçelik<sup>2</sup><sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Van<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Elazığ

## Özet

**Amaç:** Total oksidan seviye vücutta oksidatif stres düzeyinin arttığını gösteren ölçütlerden biridir. Total antioksidan seviye; total vücut antioksidan seviyesini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı günün farklı zamanlarında yapılan akut egzersizlerin total oksidan ve antioksidan düzeyi üzerine olan etkilerini antrenmanlı ve sedanter deneklerde karşılaştırmalı olarak araştırmaktır. Böylece sirkadiyen ritim ve egzersizin; TAS ve TOS düzeyini nasıl değiştirdiği, antrenmanlı ve sedanter denekler arasında fark olup olmadığı belirlenecektir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya katılan 10 antrenmanlı ve 10 sedanter erkek denek sabah ve gece futbol maçı yapmışlardır. Maçtan önce ve maçtan hemen sonra venöz kan örnekleri alınmıştır. Serum total oksidan ve antioksidan düzeyi ELISA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

**Bulgular:** Total antioksidan düzeyi antrenmanlı sedanter deneklerdesabah (1.03±0.08 mmol/L'den 0.91±0.06 mmol/L'ye; 0.98±0.08 mmol/L'den 0.83±0.1 mmol/L'ye; sırasıyla) ve gece (0.94±0.1 mmol/L'den 0.82±0.09 mmol/L'ye; 1.11±0.16 mmol/L'den 0.96±0.10 mmol/L'ye; sırasıyla) istatistiksel olarak anlamlı oranda azalmıştır (p < 0.01). Total oksidan düzeyi antrenmanlı sedanter deneklerdesabah (14.96±4.3 µmol/L'den 18.01±8.6 µmol/L'ye; 13.65±2.7 µmol/L'den 18.33±2.9 µmol/L'ye; sırasıyla) ve gece (13.62±3.2 µmol/L'den 19.33±6.3 µmol/L'ye; 14.83±4.2 µmol/L'den 25.79±10.4 µmol/L'ye; sırasıyla) istatistiksel olarak anlamlı oranda artmıştır (p < 0.01).

**Sonuç:** Bu çalışma sonuçları akut egzersizin TAS düzeyini azaltırken TOS düzeyini artırdığını göstermektedir. Bunun sonucunda akut egzersiz sırasında oksidatif stresin arttığı ve egzersiz zamanının önemi açığa çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Total oksidan seviye, total antioksidan seviye, oksidatif stres, egzersiz zamanı, ELISA yöntemi

## Abstract

**Objective:** Total oxidant levels are a measure that showing increased levels of oxidative stress in body. Total antioxidant levels showed levels of total body antioxidant levels. Aim of this study is investigated effects on levels of total oxidant and antioxidant level that performed different times acute exercise as comparatively in trained and untrained subjects. Circadian rhythm and exercise will determine how changing total oxidant and antioxidant levels and whether difference between trained and untrained subjects.

**Material and Methods:** Ten trained and ten untrained subjects participated this study that performed playing soccer match in morning and night. Pre and post match venous blood samples were taken. Serum total oxidant and antioxidant levels were analysed using Enzyme Linked-Immunosorbent Assay.

**Results:** Total antioxidant levels were decreased significantly in morning (from 1.03±0.08 mmol/L to 0.91±0.06 mmol/L; from 0.98±0.08 mmol/L to 0.83±0.1 mmol/L; respectively) and night (from 0.94±0.1 mmol/L to 0.82±0.09 mmol/L; from 1.11±0.16 mmol/L to 0.96±0.10 mmol/L; respectively) in trained and untrained subjects (p < 0.01). Total oxidant levels were increased significantly in morning (from 14.96±4.3 µmol/L to 18.01±8.6 µmol/L; from 13.65±2.7 µmol/L to 18.33±2.9 µmol/L; respectively) and night (from 13.62±3.2 µmol/L to 19.33±6.3 µmol/L; from 14.83±4.2 µmol/L to 25.79±10.4 µmol/L; respectively) in trained and untrained subjects (p < 0.01).

**Conclusion:** This study document showed decreasing total antioxidant levels increasing total oxidant levels during acute exercise. Thereby, this result have brought into the open increased oxidative stress during acute exercise and important of exercise timing.

**Key words:** Total oxidant levels, total antioxidant levels, oxidative stress, exercise time, ELISA methods

## Genel Tıp Derg 2017;27(4):129-135

Alınan: 28.12.2016 / 18.04.2017 / 13.11.2017

Yazışma adresi: Sermin Algül, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Van

E-posta: serminalgul@yyu.edu.tr

## Giriş

Dünya sağlık örgütüne (WHO) göre sağlık; bireylerin beden, ruhen ve sosyal yönden tam bir iyi olma durumudur (1). Klinik ve spor bilimleri tarafından yapılan araştır-

malarda sağlık ve fiziksel aktivitenin özellikle de düzenli olarak yapılan fiziksel aktivitelerin, sportif faaliyetlerin insan sağlığı açısından önemi gösterilmiştir (2, 3). Düzenli olarak yapılan fiziksel aktivite ve egzersiz çalışmaları başta kardiyak, metabolik ve respiratuvar sistemlerde ortaya çı-

kabilecek çeşitli hastalıkların tedavisinde, rehabilitasyonunda ve önlenmesinde büyük bir öneme sahiptir (2, 4).

Egzersiz bu yararlı etkilerine ek olarak akut egzersizin vücutta oksidatif stresi artırdığı da bildirilmiştir. Total oksidan seviye (TOS) vücutta oksidatif stres düzeyinin arttığını gösteren ölçütlerden biridir. Literatürde, akut egzersizin TOS'u artırdığı belirtilmiştir (5). Total antioksidan seviye (TAS); total vücut antioksidan seviyesini göstermektedir (6). Antioksidan koruma sisteminin; akut egzersizi hemen takiben geçici olarak azaldığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Çünkü antioksidanların egzersiz boyunca üretilen serbest radikalleri nötralize etmede kullanıldığı bildirilmiştir (7). Bununla birlikte TAS seviyesinin arttığını gösteren çalışmalar da literatürde mevcuttur(8).

Literatürde, TAS düzeyinin sirkadiyen ritim gösterdiği bildirilmiştir (9). Tüm bu durumlar göz önünde bulundurularak; bu çalışmada da vücut TAS ve TOS düzeyinin sabah ve gece yapılan futbol maçlarından nasıl etkilendiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sirkadiyen ritim ve egzersizin; TAS ve TOS düzeyini nasıl değiştirdiği belirlenerek, antrenmanlı ve sedanter denekler arasında fark olup olmadığı araştırılacaktır.

Literatürde; oksidan-antioksidan sistemler ve egzersiz cevapları birçok çalışmada incelenmiştir. Sonuçlarda, tüm yazarların aynı fikirde anlaşamadığı ve çalışmalar arasında farklılıklar olduğu ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada ise; gün içerisinde farklı zaman dilimlerinde yapılan futbol maçlarında, oksidan ve antioksidan sistemlerin verdiği cevaplar (özellikle de gece yapılan futbol maçlarında) belirlenecektir. Bu değerler, hem bazal seviyeleri açısından, hem de futbol maçı sonu değerleri açısından yapılacaktır. Diğer önemli bir nokta ise; aerobik fitness seviyesi yüksek olan antrenmanlı bireylerin ve normal fitness seviyesine sahip olan sedanter bireylerin verdikleri cevapların karşılaştırmalı olarak incelenecek olmasıdır.

## Gereç ve Yöntem

### Kişiler

Bu çalışmaya 20-25 yaş aralığında 10tane antrenmanlı, 10 tane sedanter erkek denek katılmıştır. Çalışmaya katılan erkek deneklerin fiziksel özellikleri ortalama ( $\pm$ SE) olarak **Tablo 1**'de verilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce

Lokal Etik Kurul'dan gerekli izin alınmıştır. Tüm denekler "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formunu" okuyup onayladıktan sonra çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Denekler çalışmaya katılmadan önce futbol maçı sırasında karşılaşılabilecekleri olumlu ya da olumsuz tüm etkiler konusunda detaylı olarak bilgilendirilmişlerdir.

**Tablo 1.** Antrenmanlı ve sedanter deneklerin yaş, kilo, boy değerleri.

	Antrenmanlı Denekler	Sedanter Denekler
Yaş (yıl)	20.3 $\pm$ 0.1	22.6 $\pm$ 0.1
Kilo (kg)	63.4 $\pm$ 3.5	65.2 $\pm$ 3.4
Boy (cm)	177 $\pm$ 3.6	172 $\pm$ 1.4

### Deneklerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Çalışma sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir akut rahatsızlığı (gribal enfeksiyon, boğaz ağrısı, kaslarda enfeksiyon) olanlar, alkol, sigara ve düzenli olarak ilaç kullananlar, tıbbi hikayelerinde ciddi ameliyat geçirmiş olanlar, metabolik, respiratuvar, kardiyak ve iskelet kas sistemi bozukluğuna, akut ve kronik hastalıklara sahip olanlar (diyabet, obezite, alerji, miyokard yetmezliği) çalışma dışı bırakılmışlardır.

Sedanter deneklerin seçimi; sağlıklı olmaları, fakat düzenli olarak spor veya fiziksel aktivite yapmamaları ve normal vücut kitle indeksine sahip olmalarına göre yapılmıştır.

Antrenmanlı deneklerin seçimi ise; lisanslı amatör veya profesyonel olarak (en az 3 yıldan beri spor yapıyor olmaları ve haftalık düzenli antrenmanlara katılıyor olmaları) aktif spor yapıyor olmalarına göre yapılmıştır.

Çalışmaya katılan denekler testten önceki 2 hafta boyunca nonsteroid, anti inflamatuvar ve vitamin içeren ilaçlar kullanmamaları konularında uyarılmışlardır. Testten önceki 24 saat boyunca kafein veya ağır yorucu egzersiz çalışmasından kaçınmaları istenmiştir.

### Egzersiz Protokolü

Bu çalışma 30x50 m ebatlarındaki futbol halı saha ortamında beşer kişilik 2 takım halinde gerçekleştirilmiştir. Antrenmanlı ve sedanter denekler farklı günlerde ve günün farklı zamanlarında eğlenme amacıyla 2 kez futbol oynamışlardır. Tüm futbol maçlarında aynı kişiler oynamış olup futbol maçının tamamını herhangi bir rahatsızlık

veya sakatlanma durumu olmadan tamamlamışlardır. Bu yapılan futbol maçlarında yarışma isteği bulunmamaktadır; denekler sadece zevk, eğlenme ve iyi vakit geçirmek için ya da egzersiz amacıyla futbol oynamışlardır. Halı saha futbol maçının seçilmesindeki amaç ise; akut bir egzersiz aktivitesi olması ve toplumda tercih edilen oldukça yaygın bir egzersiz türü olması nedeniyledir.

Denekler açık havada sabah 08:00- 10:00 saatleri arasında gece 20:00-22:00 saatleri arasında 30-60 dk ortalama 45 dk'lık futbol maçı yapmışlardır. Maçtan hemen önce ve maçın bitiminde deneklerin ön kol venlerinden 5 mL kan örnekleri aprotinin içeren tüplere alınmıştır. Tüm kan örnekleri +4°C'de 4500 rpm'de 5 dksantrifüj edilmiş ve serumlarına ayrılmıştır. Serumlar analiz edilinceye kadar -80°C'de saklanmıştır. TAS (RelAssayDiagnostics, Türkiye, Katalog Numarası: RL0017) ve TOS (RelAssayDiagnostics, Türkiye, Katalog Numarası: RL0024) düzeyleri enzimelinkedimmunosorbentassay (ELISA) yöntemiyle hazır ticari kit kullanılarak ölçülmüştür.

### İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen değerler ortalama±SD olarak ifade edilmiştir. Elde edilen verilerin Kolmogorov-Smirnov Z testine göre normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle nonparametrik testler kullanılmıştır. Grup içinde futbol maçı öncesi ve sonrasındaki TAS ve TOS düzeylerinin değerlendirilmesinde nonparametrik bir test olan Wilcoxon testi kullanılmıştır. Antrenmanlı ve sedanter grubun bazal değerlerinin karşılaştırılmasında ise; Mann-Whitnet U testi kullanılmıştır. P<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### Bulgular

#### TOS Düzeyi

Futbol maçı sırasında serum TOS ve TAS düzeyindeki değişimler Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Tüm deneklerde elde edilen TAS, TOS değerleri ortalama (±SD) olarak verilmiştir.

Antrenmanlı deneklerin sabah yaptıkları halı saha maçı sonunda ölçülen TOS düzeyinin (18.01±8.6 µmol/L) maç öncesinde ölçülen TOS düzeyinden (14.96±4.3 µmol/L) istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.01) (Şekil 1).

Antrenmanlı deneklerin gece yapılan halı saha maçı sonunda ölçülen TOS düzeyinin (19.33±6.3 µmol/L) maç öncesinde ölçülen TOS düzeyinden (13.62±3.2 µmol/L) istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01) (Şekil 1).

Antrenmanlı deneklerin maç öncelerinde ölçülen bazal TOS düzeylerinin karşılaştırılmaları sonucunda elde edilen sonuç ise; farklı zamanlarda ölçülen bazal TOS düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı olmadıkları belirlenmiştir (p>0.05) (Şekil 1).

Sedanter deneklerin sabah yapılan halı saha maçı sonunda ölçülen TOS düzeyinin (18.33±2.9 µmol/L) maç öncesinde ölçülen bazal TOS düzeyinden (13.65±2.7 µmol/L) istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01) (Şekil 1).

Sedanter deneklerin gece yaptıkları halı saha maçı sonunda ölçülen TOS düzeyinin (25.79±10.4 µmol/L) maç öncesinde ölçülen bazal TOS düzeyinden (14.83±4.2 µmol/L) istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.01) (Şekil 1).

Sedanter deneklerin bazal TOS düzeylerinin karşılaştırılması sonucunda ise; sabah ve gece maç öncesinde ölçülen bazal TOS düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05) (Şekil 1).

Antrenmanlı ve sedanter deneklerin bazal TOS düzeyleri karşılaştırıldığında ise; hem sabah (p>0.05) hem de gece (p>0.05) yapılan halı saha maçları öncesinde ölçülen bazal TOS düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı olmadığı belirlenmiştir (Şekil 1).

#### TAS Düzeyi

Antrenmanlı deneklerde sabah yapılan halı saha maçı sonunda ölçülen TAS düzeyinin (0.91± 0.06 mmol/L) maç öncesinde ölçülen TAS düzeyinden (1.03±0.08 mmol/L) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük olduğu belirlenmiştir (p<0.01) (Şekil 2).

Yine antrenmanlı deneklerin gece yaptıkları halı saha maçı sonunda ölçülen TAS düzeyinin (0.82±0.09 mmol/L) maç öncesinde ölçülen TAS düzeyinden (0.94±0.1 mmol/L) sabah maçında olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0.01) (Şekil 2).

Antrenmanlı deneklerin gün içinde farklı zamanlarda yaptıkları halı saha maçı öncesinde ölçülen bazal TAS düzeyleri karşılaştırıldığında ise; bazal değerlerin istatistiksel olarak anlamlı oranda birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ) (**Şekil 2**).

Sedanter deneklerde sabah yapılan halı saha maçı sonunda ölçülen TAS düzeyinin ( $0.83\pm 0.1$  mmol/L) maç öncesinde ölçülen TAS düzeyinden ( $0.98\pm 0.08$  mmol/L); antrenmanlı deneklerde elde edilen sonuca benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ) (**Şekil 2**).

Sedanter deneklerde gece yapılan halı saha maçı sonunda ölçülen TAS düzeyinin ( $0.96\pm 0.10$  mmol/L) maç öncesinde ölçülen TAS düzeyinden ( $1.11\pm 0.16$  mmol/L) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ) (**Şekil 2**).

Sedanter deneklerin gün içinde farklı zamanlarda yaptıkları halı saha maçı öncesinde bazal TAS düzeylerinin karşılaştırılması sonucunda elde edilen sonuç ise; gece yapılan halı saha maçı öncesinde ölçülen bazal TAS düzeyinin sabah maç öncesinde ölçülen bazal TAS düzeyinden istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ) (**Şekil 2**).

Antrenmanlı ve sedanter deneklerin bazal TAS düzeyleri karşılaştırıldığında; sabah halı saha maçı öncesindeki bazal düzeylerin istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı olmadığı ( $p>0.05$ ) ancak gece halı saha maçı öncesindeki bazal TAS düzeylerinin ise istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (**Şekil 2**).

## Tartışma

### TOS Düzeyi

Sabah ve gece yapılan futbol maçlarındaki akut egzersiz TOS ilişkisi ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Sabah ve gece yapılan 2 futbol maçı sonunda hem antrenmanlılarda hem de sedanterlerde bireysel cevaplar değerlendirildiğinde futbol maçının tüm deneklerde TOS düzeyini artırdığı gözlenmiştir (**Şekil 1**). Gün içinde farklı zamanlarda yapılan futbol maçları öncesinde ölçülen bazal TOS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Literatürde akut egzersizin TOS düzeyini artırdığı yapılan

çalışmalarda gösterilmiştir (5). Bu çalışmada elde edilen futbol maçı sırasında TOS artışı ile literatür uyumludur. Ek olarak birçok futbol maçında sedanterlerin TOS seviyesinin antrenmanlılardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Literatürde yapılmış bir çalışmada erkeklerdeki TOS'un post egzersiz değişikliklerinin laktat konsantrasyonlarındaki post egzersiz değişiklikleri ve VO<sub>2</sub>max değerine bağlı olduğu bildirilmiştir (5).

Literatürde akut ve kronik egzersizler sırasında TOS değişimlerini inceleyen çalışma sayısı azdır. Yapılan bir çalışmada antrenmanlı ve sedanter deneklerde elde edilen sonuçlardan farklı olarak kronik egzersizin TOS düzeyini değiştirmediği bildirilmiştir (10). Yoğun ekzantrik kas hareketleri içeren futbol oyununun kaslarda hasara neden olduğu literatürde vurgulanmıştır. Bir futbol maçı sonrasında vücut organ ve sistemlerinde oluşan oksidatif stres cevapları ile ilgili üzerinde fikir birliğine varılan kesin bilgiler bulunmamaktadır (10).

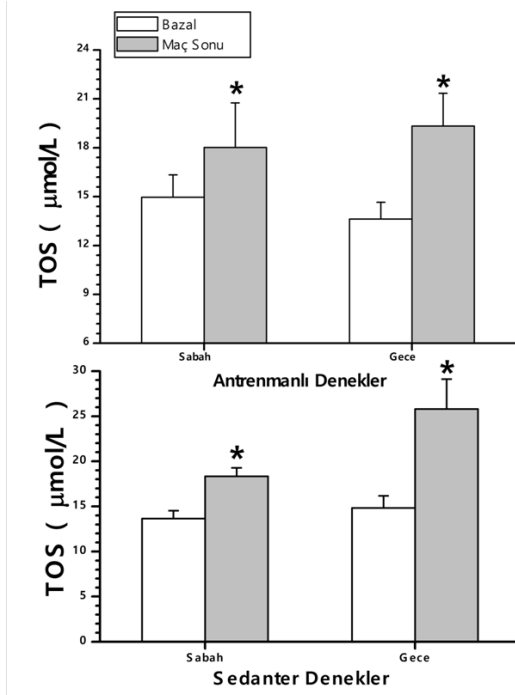
Ayrıca sedanter deneklerde ölçülen bazal TOS düzeyinin antrenmanlı deneklerde ölçülen bazal TOS değerine göre daha yüksek olmasına rağmen bu yüksekliğin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Literatürde çeşitli egzersiz performansları sırasında oksidatif stresin etkisi ile ilgili elde edilen sonuçların birbirinden farklı olduğu bildirilmiştir (10). Futbol maçları gibi yarışma isteklerinin yüksek olduğu egzersizlerde kas-iskelet, sinir, immün ve metabolik sistemler gibi çeşitli fizyolojik sistemler zorlanabildiği rapor edilmiştir (11). Yükselmiş mitokondriyal oksijen tüketim seviyesinin dolaşımdaki katekolamin düzeyini ve ekzantrik kas kasılması-İndüklü hasar ve inflamatuvar cevabı artırdığı bildirilmiştir. İskelet kaslarında geçici iskemi-reperfüzyon olayına neden olan aralıklı ve tekrarlı sprintin bir futbol maçı süresince ve maç sonrasında da RONS üretimini etkileyebileceği rapor edilmiştir (12, 13). Bu yüzden kronik egzersiz çalışmasının antioksidan kapasiteyi artırarak koruyucu bir etki sağlayabilmesine rağmen, yarışma maçlarının hem post egzersiz boyunca hem de iyileşme yoluyla oksidatif strese maruz kalma süresini artırdığı ve maç sırasında oluşan kas zararını izleyen ilave bir hasarla sonuçlandığı bildirilmiştir (12-14).

Sonuç olarak sedanterlerde daha fazla olmak üzere futbol maçlarının kişilerdeki oksidatif stres seviyesini artırdığı belirlenmiştir.

**Şekil 1.** Antrenmanlı ve sedanter deneklerde sabah ve gece yapılan futbol maçlarında ölçülen bazal (beyaz kolon) ve maç sonu (gri kolon) TOS düzeyleri.

\* bazal ve maç sonu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı

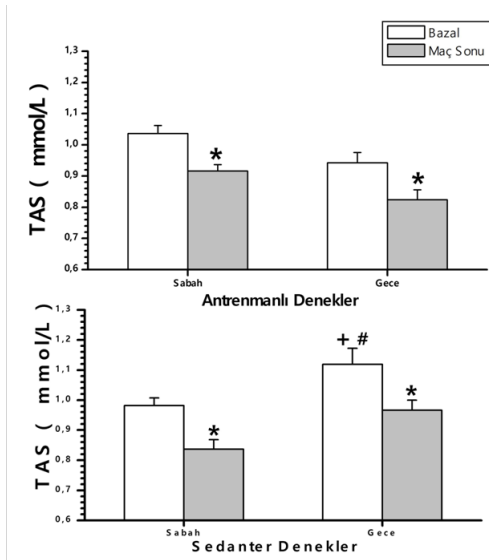


**Şekil 1.** Antrenmanlı ve sedanter deneklerde sabah ve gece yapılan futbol maçlarında ölçülen bazal (beyaz kolon) ve maç sonu (gri kolon) TAS düzeyleri

\* Bazal ve maç sonu değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı

+ Grup içindeki bazal değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı

# Gruplar arasındaki bazal değerler istatistiksel olarak anlamlı



Günün farklı zamanlarında yapılan futbol maçlarında oksidan-antioksidan dengenin incelenmesi - Algül S. ve Özçelik O.

## TAS Düzeyi

Vücuttaki antioksidan seviyenin göstergesi olan TAS düzeyi ile sabah ve gece yapılan futbol maçları sırasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Hem antrenmanlı hem de sedanter deneklerde her 2 futbol maçı sonunda bireysel olarak TAS düzeyleri azalmıştır (Şekil 2). Sedanterlerde en yüksek bazal TAS seviyesi gece futbol maçı öncesinde ölçülmüştür.

Literatürde yapılan çalışmalarda antioksidan koruma sisteminin akut egzersizin hemen sonrasında geçici olarak azaldığı çünkü antioksidanların egzersiz boyunca üretilen serbest radikalleri nötralize etmede kullanıldığı bildirilmiştir (7, 8). Serbest radikallerin aşırı üretimini bir sonucu olarak iyileşme periyodu boyunca antioksidan düzeyinin pre egzersiz düzeyinin üzerine arttığı belirtilmiştir. Akut egzersizde TAS düzeyi ile ilgili yapılan çalışmaların sonunda elde edilen bulgular ise tek bir yönde olmayıp birbirleriyle çelişkili sonuçlar içermektedir (7, 8).

Futbol maçı sırasında yapılan akut egzersizin TAS düzeyini azalttığı bulgusu literatürde yapılan çalışmalarda bildirilen bazı sonuçlar ile uyum içindedir. Elit kayak sporcularında yapılan akut egzersiz testinden sonra TAS düzeyinin azaldığı gösterilmiştir (7, 8). Bazı çalışmalarda egzersizin antioksidan kapasiteyi artırdığı bildirilmesine rağmen bu durumun mekanizması ise henüz aydınlatılmamıştır. Çalışmalarda farklı egzersiz kapasitesindeki kişiler ve antioksidan durumun farklı göstergeleri kullanılmıştır. Daha önceden yapılan bazı çalışmalarda sedanterler treadmill egzersiz testi yaptırılmıştır ve TAS düzeyinin azaldığı ve bazı antioksidanların egzersizden hemen sonra arttığı rapor edilmiştir (15).

Akut submaksimal egzersiz sırasında antioksidan enzim aktivite düzeyi araştırılmıştır. Ancak sonuçlar birbirleriyle çelişkili olarak bulunmuştur. Bazı çalışmalarda TAS'ın submaksimal aerobik egzersizi takiben değişmediği, diğerlerinde ise arttığı rapor edilmiştir. Bir çalışmada akut aerobik egzersiz sonrası 24 saatlik periyot boyunca 10 kez birbirini izleyen zamanlarda kan örnekleri alınmıştır ve kan toplamak için optimal post egzersiz zaman noktası belirlenmiştir. TAS değerinin post egzersizin 2. saatinde pik yaptığını 3. saatte yükselmeye devam ettiğini ve sonrasında ise azaldığını bildirmişlerdir (16).

Ek olarak kronik egzersizin antrenmanlılarda TAS seviye-



sini artırdığını, sedanterlerde ise TAS seviyesini değiştirmediyini bildiren çalışmalarda literatürde bulunmaktadır (17). Kısa süreli dayanıklılık egzersizinin etkisi antrenmanlı ve kontrol grubunda karşılaştırılmış ve TAS düzeyinin kontrol grubundan yüksek olduğu bulunmuştur (18).

Literatürde yapılan bir çalışmada 16 futbol oyuncusundan maçtan önce, maçın 30. dk'sında ve maçtan sonra 24, 48 ve 72. saatlerde kan almışlar. TAS düzeyinin 30. dk'da arttığı gösterilmiştir (19).

Bu çalışmada;özellikle de sedanterlerdegece bazal TAS seviyesinde anlamlı artış belirlenmiştir. Gece bazal TAS artış nedeni ile ilgili olarak literatürdeyapılan çalışmalarda gösterilmiş olan TAS düzeyinin sirkadiyen ritim göstermesinin neden olabileceği düşünülmektedir. Ancak TAS'insirkadiyen ritmi ile ilgili olarak literatürde yapılmış çalışma sonuçları da birbirleri ile çelişkili ifadeler içermektedir (20).

Literatürde yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlar; insan serumundaki melatonin ve TAS'ın ikisinin de 24 saatlik varyasyon gösterdiğini ve gece 01.00'de pik değerine ulaştığını göstermiştir. Ek olarak gece ışığa maruz kalan gönüllülerde hem TAS'ın hem de melatoninin azaldığını bildirmişlerdir. Melatoninin TAS düzeyine katkı sağladığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (9).

Gece futbol maçı sonunda TAS seviyesinin düşmesi ile ilgili olarak da; egzersiz nedeniyle artan oksidatif stresi nötralize edebilmek için TAS seviyesinin düşmüş olabileceğini ya da daha önceki çalışmalarda gösterilmiş olan TAS düzeyinin ışıқта kalma süresiyle orantılı olarak seviyesinin düşebileceğinin de bu sonucun nedeni olabileceği düşünülmektedir.

TAS'insirkadiyen ritmi ile ilgili olarak yapılan bir başka çalışmada ise TAS'ın gece 05.00'de pik değerine ulaştığını ve gün boyunca daha düşük düzeylerde seyrettiğini belirtmişlerdir. Ratların saat 20.00'dan 5.00'a kadar ışığa maruz bırakıldıklarında ise serum TAS düzeyinin azaldığı rapor edilmiştir (21).

TAS vücut oksidatif stresi ile mücadele amacı ile futbol maçı sonunda sedanterlerde daha fazla olmak üzere anlamlı azalmalar göstermiştir. Gece futbol maçında ise bazal seviyesinde melatoninin sirkadiyen etkisinden dolayı arttığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; her 2 futbol maçı sonrasında yükselen oksidatif stres ve düşen antioksidan durumları bize futbol maçının yapıldığı saatin egzersizin tipi, süresi ve şiddeti kadar önemli olabileceğini düşündürmektedir.

## Kaynaklar

1. WHO. Preamble the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 1946.
2. Vuori IM, Lavie CJ, Blair SN. Physical Activity Promotion in thehealthcaresystem. Mayo Clin Proc 2013;88:1446-61.
3. Hambrecht R, Adams V, Erbs S, et al. Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. Circulation 2003;107:3152-8.
4. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer W, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including PathophysiologyandClinical Applications. 5th ed. Lippincott Williams &Wilkins, New York, NY, USA; 2012.
5. Wiecek M, Maciejczyk M, Szymura J, Szygula Z. Changes inoxidative stressand acid-base balance in men and women following maximal-intensity physical exercise. Physiol Res 2015;64:93-102.
6. Berzosa C, Cebrián I, Fuentes-Broto LJ, et al. Acute exercise increases Plasma total antioxidant status and antioxidant enzyme activities in untrained men. Biomed Biotechnol 2011;2011:540458.
7. Teixeira VH, Valente HF, Casal SI, Marques FP, Moreira PA. Blood antioxidant and oxidative stress biomarkers acute-responses to a 1000-m kayak sprint in elite male kayakers. J Sports Med Phys Fitness 2013;53:71-9.
8. Zalavras A, Fatouros IG, Deli CK, et al. Age related responses in circulating markers of redox status in healthy adolescents and adults during the course of a training macrocycle. Oxid Med Cell Longev 2015;2015:283921.
9. Benot S, Molinero P, Soutto M, Goberna R, Guerrero JM. Circadian Variations in therat serum total antioxidant status: correlation with melatonin levels. J Pineal Res 1998;25:1-4.
10. Vollaard NB, Shearman JP, Cooper CE. Exercise-induced oxidative stress: myths, realities and physiological relevance. Sports Med 2005;12:1045-62.
11. Reilly T, Ekblom B. The Use of recovery methods post-exercise. J Sports Sci 2005;6:61927.
12. Cazzola R, Russo-Volpe S, Cervato G, Cestaro B. Biochemical assessments of oxidative stress, erythrocyte membrane fluidity and antioxidant status in professional soccer playersand sedentary controls. Eur J ClinInvest 2003;10:924-30.
13. Brites FD, Evelson PA, Christiansen MG, et al. Soccer players under regular training Show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. ClinSci (Lond) 1999;4:381-5.
14. Banfi G, Malavazos A, Iorio E, et al. Plasma Oxidative Stress

Biomarkers, nitric oxide and heat shock protein 70 in trained elite soccer players. *Eur J Appl Physiol* 2005;5:483-6.

15. Demirbag R, Yilmaz R, Guzel S, et al. Effects of treadmill exercise test on oxidative/antioxidative parameters and DNA damage. *Anadolu Kardiyol Derg* 2006;6:135-40.
16. Michailidis Y, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, et al. Sampling time is crucial for measurement of aerobic exercise-induced oxidative stress. *MedSci Sports Exerc* 2007;39:1107-13.
17. Kurban S, Mehmetoglu I, Yerlikaya HF, Gonen S, Erdem S. Effect of chronic regular exercise on serum ischemia-modified albumin levels and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus. *Endocr Res* 2011;36:116-23.
18. Ficicilar H, Zergeroglu AM, Ersoz G, et al. The effects of short-term training on platelet function and total antioxidant capacity in rats. *Physiol Res* 2006;55:151-6.
19. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, et al. Biochemical impact of a soccer match-analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem* 2008;41:841-51.
20. Benot S, Goberna R, Reiter RJ, et al. Physiological Levels of melatonin contribute the antioxidant capacity of human serum. *J Pineal Res* 1999;27:59-64.
21. Hammouda O, Chtourou H, Chahed H, et al. Diurnal variations of plasma homocysteine, total antioxidant status, and biological markers of muscle injury during repeated sprint: effect on performance and muscle fatigue--a pilot study. *Chronobiol Int* 2011;28:958-67.