

## Profesyonel Futbolcularda Fiziksel Hazırlık Sürecinin Kreatin Kinaz Seviyeleri Üzerine Etkisi\*

The Effect of Physical Preparation on Creatine Kinase Levels in Elite Soccer Players

Sibel YILDIRIM<sup>1</sup>, Ömer AKYÜZ<sup>2</sup>, Tülay CEYLAN<sup>3</sup>, Levent CEYLAN<sup>4</sup>, Murat AKYÜZ<sup>5</sup>

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, elit futbolcularda fiziksel hazırlık sürecinin Kreatin Kinaz seviyeleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu çalışmada, futbolcu grubunun kısa dönemli takip edilmesiyle elde edilecek bulguların, antrenman programlarının planlanmasında daha geniş bir perspektif sunacağı düşünülmektedir. Araştırmanın katılımcıları 2. Liginde bulunan Çorum FK A.Ş. profesyonel futbol oynayan, 18-32 yaş aralığında olan 15 erkek futbolcu oluşturmaktadır. Hazırlık dönem öncesi ve dört haftalık egzersiz programı sonrası katılımcılardan vücut ağırlığı, boy ölçümü ve biyokimyasal parametrelerden kreatin kinaz alınmıştır. Tüm değişkenler için tanımlayıcı istatistik değerler hesaplanmıştır. Futbolcuların kreatin kinaz düzeylerini karşılaştırmak için Paired Samples T-Test yapılmıştır. Çalışma bulgularına göre sporcuların sezon öncesi ve sonrası kreatin kinaz seviyelerinde ön ve son test ölçümler arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $t=-2,473$ ;  $p=0,027$ ). Sonuç olarak, futbolcularda fiziksel hazırlık sürecinin kreatin kinaz seviyelerine etkisine baktığımız bu çalışmada yapılan egzersizlerin kreatin kinaz toleransını artırdığını ve sporcuların antrenmana uyumuyla dinlenik kreatin kinaz enzimlerinin anlamlı bir şekilde düştüğünü göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Elit Futbolcular, Fiziksel Hazırlık Süreci, Kreatin Kinaz

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of the physical preparation process on creatine kinase levels in elite football players. This study assumes that the knowledge gained from a short-term follow-up of football players will provide a broader perspective for the planning of training programmes. The participants of the study were 15 male football players aged 18-32 who play professional football in the 2nd league at Çorum FK A.Ş. The participants' body weight, height and creatine kinase were measured as biochemical parameters before the preparation phase and after the four-week training programme. Descriptive statistical values were calculated for all variables. Paired samples T-test was performed to compare the creatine kinase levels of the football players. According to the results of the study, a significant difference was found between the athletes' pre-season and post-season creatine kinase measurements ( $t=-2.473$ ;  $p=0.027$ ). In conclusion, this study, in which we investigated the effect of the physical preparation process on creatine kinase levels in football players, shows that exercise increases creatine kinase tolerance and resting creatine kinase enzymes significantly decrease as athletes adapt to training.

**Keywords:** Creatin Kinase, Elite Footballers, Physical Preparation Process

*Etik kurul onayı, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan (karar tarihi: 20.12.2023 karar no:20.478.486/2146) alınmıştır.*

<sup>1</sup> Arş. Gör. Dr. Sibel YILDIRIM, Spor Bilimleri, Hitit Üniversitesi ve Antrenörlük Eğitimi Bölümü, sibelyildirim@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5123-4286

<sup>2</sup> Öğr. Gör. Dr., Ömer AKYÜZ, Spor Bilimleri, Bartın Üniversitesi ve Rekreasyon Bölümü, oakyuz@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7105-1954

<sup>3</sup> Drt, Tülay CEYLAN, Spor Bilimleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi ve Beden Eğitimi ve Spor ABD, tulaykaymak17@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-1884-4319

<sup>4</sup> Doç. Dr., Levent CEYLAN, Spor Bilimleri, Hitit Üniversitesi ve Spor Yöneticiliği Bölümü, leventceylan@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3045-1211

<sup>5</sup> Prof. Dr., Murat AKYÜZ, Spor Bilimleri, Manisa Celal Bayar Üniversitesi ve Antrenörlük Eğitimi Bölümü, murat.akyuz@cbu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8424-2765

**İletişim / Corresponding Author:**

Levent CEYLAN

**e-posta/e-mail:**

leventceylan17@hotmail.com

**Geliş Tarihi / Received:** 29.06.2024

**Kabul Tarihi/Accepted:** 01.12.2024

## GİRİŞ

Fiziksel hazırlık süreci, elit futbolcuların performansını optimize etme ve sakatlık riskini azaltma açısından büyük önem taşımaktadır.<sup>1</sup> Bu süreçte, kreatin kinaz (CK) seviyesi gibi biyokimyasal belirteçler, futbolcuların antrenman yüküne verdiği yanıtı değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır.<sup>2</sup> CK, kas hasarının ve kas toparlanmasının bir göstergesi olarak kabul edilir ve antrenman sonrası kas dokusunda meydana gelen mikroskobik hasarların bir sonucu olarak serumda artış gösterir.<sup>3</sup>

Elit futbolcularda fiziksel hazırlık sürecinin biyokimyasal yanıtları üzerine yapılan araştırmalar, antrenman yoğunluğu ve süresinin CK seviyeleri üzerindeki etkisini ortaya koymuştur.<sup>4</sup> Örneğin, yoğun antrenman dönemlerinde CK seviyelerinde belirgin artışlar gözlemlenmiş ve bu durum, futbolcuların kas yenilenme kapasitesinin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.<sup>5</sup> Ancak, bu biyokimyasal değişimlerin uzun vadeli performans üzerindeki etkileri ve farklı antrenman stratejilerinin CK seviyeleri üzerindeki spesifik etkileri hala tam olarak anlaşılmamıştır.<sup>6</sup>

Futbolcuların antrenman süreçleri ve bu süreçlerin biyokimyasal yansımaları üzerine yapılan çalışmalar, genellikle kısa dönemli ve sınırlı sayıda katılımcı ile sınırlı kalmıştır.<sup>7</sup> Örneğin, yapılan bir çalışmada, yoğun antrenman periyotlarının CK seviyelerinde kısa dönemli artışlara neden olduğu belirtilmiştir.<sup>8</sup> Aynı şekilde, elit futbolcularda antrenman yüküne verilen yanıtların bireysel farklılıklar gösterebileceğini ve bu farklılıkların performans optimizasyonu için kritik olabileceğini belirtmiştir.<sup>9</sup>

Bu bağlamda, CK seviyelerindeki değişimler, antrenman yükünün bir göstergesi olarak değerlendirilebilir ve futbolcuların antrenman programlarının etkinliğini ölçmek için kullanılabilir.<sup>10-11</sup> Ancak, farklı antrenman stratejilerinin CK

seviyeleri üzerindeki etkilerini karşılaştıran çalışmalar sınırlıdır ve bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.<sup>12</sup> Özellikle, antrenman yoğunluğu, süresi ve tipi gibi değişkenlerin CK seviyeleri üzerindeki etkilerinin daha detaylı incelenmesi, optimal antrenman programlarının geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.<sup>13</sup>

Bu çalışmanın amacı, elit futbolcularda fiziksel hazırlık sürecinin CK seviyeleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışmada, futbolcuların antrenman programı öncesi ve sonrası CK seviyelerindeki değişimlerin analizi yapılarak, antrenman yüküne verilen biyokimyasal yanıtların anlaşılması hedeflenmektedir. Ayrıca, dört haftalık antrenman stratejilerinin CK seviyeleri üzerindeki etkileri karşılaştırılarak, optimal antrenman yaklaşımının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Yapılan literatür taramaları, bu alanda yapılan çalışmaların genellikle kısa dönemli ve sınırlı sayıda katılımcı ile gerçekleştirildiğini göstermektedir.<sup>7</sup> Bu çalışmada ise, futbolcu grubunun kısa dönemli takip edilmesiyle elde edilecek bulguların, mevcut literatüre farklı bir bakış açısı kazandıracağı ve antrenman programlarının planlanmasında daha geniş bir perspektif sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bu araştırmada kullanılan metodolojinin, önceki kısa dönemli çalışmalardan farklı olarak, futbolcuların bireysel yanıtlarını daha derinlemesine incelemeye imkan tanıdığı ve bu sayede kişiselleştirilmiş antrenman programlarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.<sup>14</sup>

## MATERYAL VE METOT

### Araştırmanın Modeli

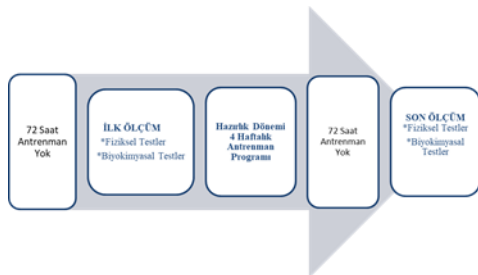
Bu çalışma tek grup ön test-son test deneysel desende yürütülmüştür.<sup>10</sup>

### Araştırma Grubu

Araştırmanın evrenini, Türkiye Futbol Federasyonu 2. Liginde bulunan Çorum FK A.Ş. futbol kulübünde profesyonel futbol oynayan, 18-32 yaş aralığında olan 15 erkek futbolcu oluşturmaktadır. %95 güven aralığında yapılan power analizi sonucunda, evren-örneklem hata payı %10,63 (E=0,1063) ve güç %5,42 (0,0542) olarak hesaplanmıştır. Katılımcılar, belirli sağlık kriterlerine (sakatlık, kronik hastalıklar ve ciddi bir sağlık sorununun olmaması) göre seçilmiş ve gönüllülük esasına dayalı olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm katılımcıların antrenman ve spor yaralanmaları hikayeleri kaydedilmiştir.<sup>9</sup>

### Çalışma Prosedürü

Futbolculara çalışma öncesinde karşılaşılabilecek riskler ve dikkat edilmesi gereken kuralları içeren bilgilendirme yapılarak gönüllü olur formları doldurulmuştur. Sporculara hazırlık kampı öncesinde 72 saat boyunca herhangi bir egzersiz yaptırılmamıştır. Tüm katılımcılardan, kan örnekleri alınmadan 3 saat önce yemeyi bırakmaları istenmiştir. Ön test-son test ölçümleri sırasında aynı koşullar sağlanmıştır (örn. aynı saat dilimi, sabit sıcaklık).<sup>3</sup>



Şekil 1. Araştırma dizaynı

### Veri Toplama Araçları

Araştırmada fiziksel ve fizyolojik parametrelerin ölçümü Çorum FK A.Ş. Futbol kulübü performans laboratuvarında, biyokimyasal parametreler ise Çorum İli

Özel Elit Park Hastanesi biyokimyasal test laboratuvarında alınmıştır. Etik kurul onayı, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan (karar tarihi: 20.12.2023 karar no:20.478.486/2146) alınmıştır.

### Egzersiz Programı

Egzersiz programı, literatürde önerilen protokollere dayanmaktadır.<sup>14</sup> Programa başlamadan önce Çorum FK A.Ş. tesislerinde 14 günlük adaptasyondan bitimi sonunda aşağıdaki protokol uygulanmıştır. Program günde bir antrenman seansından oluşmaktadır. Program arasında izin günü verilmemiştir. Çalışmadaki katılımcılar dört haftalık antrenmanlara riayet etmiştir. Program detayları aşağıdaki gibidir:

Tablo 1. Hazırlık Dönemi 4 Haftalık Antrenman Programı

Gün	Program
Pazartesi	Laktik Asit Eliminasyon Antrenmanı
Salı	10 dk. Isınma koşusu, 5 dk. Dinamik germe egzersizleri, 3*15 dk dayanıklılık çalışması, 10 dk. Rejenerasyon koşusu
Çarşamba	10 dk. Isınma koşusu, 15 dk. Kas içi koordinasyon çalışmaları, 25 dk. taktik çalışmalar, 15 dk. Reaktif çeviklik, 10 dk. Rejenerasyon koşusu
Perşembe	10 dk. Isınma koşusu, 15 dk. Çeviklik çalışmaları, 20 dk. Plyometrik çalışmalar, 20 dk. Taktik çalışmalar
Cuma	10 dk. Isınma koşusu, 15 dk. Dairesel kuvvet çalışmaları, 20 dk. Şut çalışması, 25 dk. Taktik çalışmalar, 10 dk. Rejenerasyon koşusu
Cumartesi	10 dk. Isınma koşusu, 10 dk Dinamik Koordinatif Germe Egzersizleri, 10 dk. sürat çalışması, 1:1, 2:2, Topla Sürat Çalışması, 10 dk. Statik germe egzersizleri
Pazar	Dinlenme (3. ve 4. hafta hazırlık maçı)

### Fiziksel Parametreler

Boy uzunluğu: Ayakkabısız olarak, şort ve tişört ile manuel stadiometre ile ölçülmüştür.<sup>15</sup>

Vücut ağırlığı ölçümü: Tanita vücut analizi BC418 modeli cihaz kullanılarak, sporcular çıplak ayakla ve ince kıyafet ile ölçüm yapılmıştır.<sup>16</sup>

### Biyokimyasal Ölçümler

Kreatin Kinaz: Alınan kan örnekleri, belirli bir devirde santrifüj edilerek elde edilen serumlar Hitachi marka modüler sistem oto analizörü biyokimya cihazında radyodiyagnostik kitiyle total Kreatin Kinaz seviyeleri U/L birim ve referans aralıklarına bakılarak kayıtları altına alınmıştır.<sup>2</sup>

Bilgilendirilmiş onam formları doldurulduktan sonra kan örneği 5.0 mL'lik periferik kan örnekleri heparinli tüplere (Vacutainer, EDTA Tubes) alınmıştır. Sporculardan ön test ölçümleri venöz kan örnekleri oturur pozisyonda dinlenmeleri sağlandıktan sonra antekübital bölgeden alınmıştır. Son test ölçümü ise antrenmanın bitiminin akabinde alınmıştır.

Çalışma süreci, katılımcılardan bazal kan örneklerinin alınmasıyla başlamıştır. Bu

örneklemelerin ardından, katılımcılar dört hafta süresince belirlenen antrenman programına tabi tutulmuştur. Antrenman sürecinin tamamlanmasını takiben, son kan örnekleri alınarak, antrenmanların etkileri değerlendirilmek üzere analiz edilmiştir. Bu aşamalar, hem başlangıç hem de son durum değerlendirmelerinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi amacıyla titizlikle yürütülmüştür.

### Verilerin Analizi

Verilerin analizi SPSS istatistik 26 paket programında  $p<0.05$  anlamlılık derecesine göre değerlendirilmiştir. Örneklem grubunun büyüklüğü 50'den az olduğu için normallik testlerinden Shapiro-Wilk testi tercih edilmiştir. Verilerin çarpıklık ve basıklık değerleri +2 ile -2 arasında dağıldığından, normal dağılım göstermiştir.<sup>21</sup> Tüm değişkenler için tanımlayıcı istatistik değerler hesaplanmıştır. Futbolcuların CK düzeylerini karşılaştırmak için Paired Samples T-Test yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bulgularına bakıldığında, Tablo 2'de, sporcuların vücut ağırlıklarının  $X=76,4\pm 7,38$  (kg) olduğu boy uzunluklarının da  $X=180\pm 6,42$  (cm) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların antropometrik özellikleri

Değişkenler (n=15)	$\bar{x}\pm$ Standart Sapma (Ss)
Vücut ağırlığı (cm)	76,40±7,38
Boy uzunluğu (kg)	180,00±6,42
Yaş (yıl)	26,90±6,55

Tablo 3 incelendiğinde, sporcuların CK seviyelerinde ön ve son test ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $t=-2,473$ ;  $p=0.027$ ).

Tablo 3. Çalışmaya Katılan Sporcuların Kreatin Kinaz Düzeylerinin Karşılaştırılması (n=15)

	$\bar{x}\pm$ Ss	t	df	p
Kreatin Ön-Test kinaz	416,46±237,68			
Seviyeleri Son-Test (U/L)	252,73±201,43	2,473	14	0.027*

\*= $p<0.050$

Futbolcuların performansını artırmak için antrenman gerekir. Modern futbol, teknik becerilerin, taktiksel modelleri ve prensiplerinin, fizyolojik ihtiyaçlar dikkate alınarak planlanması düşüncenin ve fiziksel gereksinimlerin artışıyla daha karmaşık hale gelmiştir. Fiziksel taleplerin artması; antrenman yoğunluğunun, kat edilen mesafenin ve en iyi takımların yoğun müsabaka programlarının bir sonucudur.<sup>17</sup> Futbolda bu unsurların bu denli ön planda olması nedeniyle çalışmamızda, futbolcularda fiziksel hazırlık sürecinin kreatin kinaz (CK) seviyeleri üzerindeki

etkileri incelenmiştir. Çalışmamız, sporcuların dört haftalık antrenman programının öncesi ve sonrasındaki CK seviyelerindeki değişimleri analiz ederek, antrenman yüküne verilen biyokimyasal yanıtları anlamayı amaçlamıştır. Çalışmamızda yaş ortalaması 26,9±6,55, boy ortalaması 180±6,42 cm, vücut ağırlıkları 76,4±7,38 kg olan 15 futbolcuya 4 hafta futbol antrenmanları yaptırılmıştır. Bulgularımız, futbolcuların sezon başı hazırlık kampı öncesi alınan CK seviyelerine göre sezon başı hazırlık kampı sonrası alınan CK seviyelerinde anlamlı bir azalma olduğunu göstermektedir (Tablo 3). Ön-test ölçümlerinde ortalama CK seviyesi 416,46 U/L iken, son-test ölçümlerinde bu değer 252,73 U/L'ye düşmüştür. Bu sonuçlar, futbolcuların antrenman programlarına uyum sağladıklarını ve kas hasarının azaldığını göstermektedir.<sup>9</sup> Bu bulgular, literatürde yer alan diğer çalışmalarla tutarlıdır.<sup>17-18</sup> Örneğin, yoğun antrenman dönemlerinde CK seviyelerinde artış olduğunu, ancak bu artışın uzun vadede adaptasyon süreçleri ile dengelendiği belirtmiştir.<sup>8</sup> Yapılan bir çalışmada tekrarlayan egzersizlerle antrenmana uyumun gerçekleştiği, aradaki farkın kapandığı, sporcuların adapte olduğu gözlenmiştir.<sup>19</sup>

Yapılan bir çalışmada profesyonel futbolcularda yoğun antrenman dönemlerinde CK seviyelerinin belirgin şekilde arttığını, ancak bu artışın bireysel farklılıklara bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.<sup>4</sup> Futbolcuların antrenman yüküne verdikleri yanıtların bireysel farklılıklar gösterdiği ve bu farklılıkların performans en uygun şekilde sokmak için kritik olduğu belirtilmiştir.<sup>4</sup> Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, sporcuların CK seviyelerindeki değişimler gösterebileceği, bu nedenle antrenman programlarının kişiselleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Antrenmanlar sürecinde aynı tip, sıklık ve şiddette yapılan antrenmanlar yaşa göre bakıldığında gençlerde yaşlılara göre daha yüksek CK yanıtı alındığı görülmüştür.<sup>20,22,23</sup> Bu durumun genç sporcularda daha fazla kas kitlesi olmasından kaynaklandığı

düşünülmektedir. 24 saat sonra tekrarlanan egzersizlerle bu yüksekliğin giderek azaldığı görülmüştür. Genç sporcularda egzersize bağlı kas hasarı ve CK aktivitesinin daha yüksek olduğu, ancak bununla birlikte genç sporcuların kaslarının daha hızlı adapte olduğu şeklinde yorumlanmıştır.<sup>20</sup>

Çalışmamızın bulguları, antrenman programlarının planlanmasında ve sporcuların fiziksel hazırlık süreçlerinin optimize edilmesinde önemli uygulamalara sahiptir. Özellikle, uygulama zorluğu bir dezavantaj olarak görünse de CK seviyelerinin düzenli olarak izlenmesi, sporcuların antrenman yüküne verdikleri yanıtların değerlendirilmesi ve antrenman programlarının bireyselleştirilmesi açısından önemli bir araçtır.<sup>14</sup> CK seviyelerindeki azalma, kas hasarının ve yorgunluğun azaldığını, dolayısıyla sporcuların antrenman programlarına daha iyi uyum sağladığını göstermektedir. Bu durum, antrenman yükünün ve dinlenme sürelerinin optimize edilmesine yardımcı olabilir.<sup>12</sup> Bu çalışmanın güçlü yönlerinden biri, profesyonel futbolcu grubunun dört hafta boyunca takip edilmesi ve elde edilen verilerin analiz edilmesidir. Ancak, çalışmanın bazı sınırlamaları da bulunmaktadır. Öncelikle, çalışmanın tek bir futbol kulübünde yapılmış olması, çıkan bulgularla genelleme yapılmasını zorlaştırabilir. Ayrıca, CK seviyelerindeki değişimlerin uzun vadeli performans üzerindeki etkileri tam olarak incelenmemiştir. Gelecekteki çalışmalar, farklı antrenman stratejilerinin CK seviyeleri üzerindeki etkilerini ve bu biyokimyasal değişimlerin performans üzerindeki uzun vadeli etkilerini daha detaylı bir şekilde incelemelidir.<sup>7</sup> Ayrıca, CK seviyelerinin yanı sıra diğer biyokimyasal ve fizyolojik parametrelerin de düzenli olarak izlenmesi, sporcuların performansının ve sağlık durumlarının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır.<sup>3</sup> Bununla birlikte, antrenman programlarının kişiselleştirilmesi ve sporcuların bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanması, performansı en uygun şekilde sokmak ve sakatlık riskinin azaltılması açısından önem taşımaktadır.<sup>5</sup>



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, futbolcularda fiziksel hazırlık sürecinin kreatin kinaz seviyelerine etkisini araştırdığımız bu çalışmada düzenli ve doğru yapılan egzersizlerin CK toleransını artırdığını ve sporcuların antrenmana uyumuyla dinlenik CK enzimlerinin anlamlı bir şekilde düştüğünü göstermektedir. Bu noktadan hareketle biyokimyasal bir enzim olan CK, egzersize bağlı kas hasarının

tespitinde sporcunun performans kaybı değerlendirilmesinde, sakatlanma riskinin hesaplanmasında, antrenman programlarının planlanması ve sağlık durumunun izlenmesi gibi çeşitli alanlarda önemli bir belirteç olup, antrenmanların sıklığını, yoğunluğunu, kapsamını ve süresini belirleyici bir ölçüt olduğu görülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Bangsbo, J. Mohr, M. and Krstrup, P. (2006). "Physical and Metabolic Demands of Training and Match-Play in the Elite Football Player". *Journal of Sports Sciences*, 24 (7), 665-674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
2. Brancaccio, P. Maffulli, N. and Limongelli, F. M. (2007). "Creatine Kinase Monitoring in Sport Medicine". *British Medical Bulletin*, 81-82(1), 209-230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
3. Totsuka, M. Nakaji, S. Suzuki, K. et al. (2002). "Break Point of Serum Creatine Kinase Release after Endurance Exercise". *Journal of Applied Physiology*, 93 (4), 1280-1286. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01270.2001>
4. Lazarim, F. L. Antunes-Neto, J. M. Da Silva, F. O. et al. (2009). "The Upper Values of Plasma Creatine Kinase of Professional Soccer Players during The Brazilian National Championship". *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.002>
5. Banfi, G. Colombini, A. Lombardi, G. et al. (2012). "Metabolic Markers in Sports Medicine". *Advances in Clinical Chemistry*, 56, 1-54. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394317-0-00001-3>
6. Gleeson, M. Blannin, A. K. Walsh, N. P. et al. (1995). "Effect of Exercise-Induced Muscle Damage on The Blood Lactate Response to Incremental Exercise in Humans". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(2-3), 240-245. <https://doi.org/10.1007/BF00854983>
7. Santos, R. V. Bassit, R. A. Caperuto, E. C. et al. (2016). "The Effect of Creatine Supplementation upon Inflammation and Muscle Soreness Markers after a 30km Race". *Life Sciences*, 75 (16), 1917-1924. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2004.04.008>
8. Ehlers, G. G. Ball, T. E. and Liston, L. (2002). "Creatine Kinase Levels Are Elevated During 2-a-day Practices in Collegiate Football Players". *Journal of Athletic Training*, 37 (2), 151-156.
9. Bessa, A. L. Oliveira, V. N. De Agostini G. G. et al. (2016). "Exercise Intensity and Recovery: Biomarkers of Injury, Inflammation, and Oxidative Stress". *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 311-319. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828f1e70>
10. Ekblom, B. (1986). "Applied Physiology of Soccer". *Sports Medicine*, 3(1), 50-60. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603010-00005>
11. McGuigan, M. R. Egan, A. D. and Foster, C. (2004). "Salivary Cortisol Responses and Perceived Exertion during High Intensity and Low Intensity Bouts of Resistance Exercise". *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(1), 8-15.
12. Gleeson, M. (2002). "Biochemical and Immunological Markers of Overtraining". *Journal of Sports Science and Medicine*, 1(2), 31-41.
13. Nedelec, M. McCall, A. Carling, C. et al. (2012). Recovery in Soccer: Part I—Post-Match Fatigue and Time Course of Recovery. *Sports Medicine*, 42(12), 997-1015. <https://doi.org/10.1007/BF03262308>
14. Meeusen, R. Duclos, M. Foster, C. et al. (2013). "Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186-205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
15. Zorba, E. (2005). "Fiziksel Uygunluk". Ankara: Gazi Kitabevi.
16. Ceylan, L. Demirkan, E. ve Küçük, H. (2016). "Farklı Yaş Gruplarındaki Futbolcuların Sprint Zamanları ve Tekrarlı Sprint Düzeylerinin İncelenmesi". *International Journal of Sport Culture and Science*, 4(1), 188-199.
17. Akyüz, M. (2007). Mûsabaka Süresince Erkek Futbolcularda Oluşan Kas Hasarı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
18. Staron Sr, H. S. (2000). "Muscular Responses to Exercise and Training". In: Garrett Jr., Kirkendall, D. T. (Eds.), *Exercise and Sport Science*, (163-176). Williams & Wilkins Lippincott.
19. Nosaka, K. and Aoki, M. S. (2011). "Repeated Bout Effect: Research Update and Future Perspective". *Brazilian Journal of Biomotricity*, 5, 5-15.
20. Plews, D. J. Laursen, P. B. Kilding, A. E. et al. (2014). "Heart-Rate Variability and Training-Intensity Distribution in Elite Rowers". *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 1026-1032. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0497>
21. George, D., and Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson.
22. McCabe, D., Martin, D., and McMahon, G. (2023). "Training Load Is Correlated with Changes in Creatine Kinase and Wellness over a 12-Week Multi-Stage Preparatory Training Block for a Major Competition in International Boxers." *Physiologia*, 3,585-597. <https://doi.org/10.3390/physiologia3040043>
23. Zhou, L., Pinho, R., Gu, Y., and Radak Z. (2022). "The Role of SIRT3 in Exercise and Aging." *Cells*, 11(16), 2596. <https://doi.org/10.3390/cells11162596>