



# Bisikletçilerde Glutamin ve Kreatin Kombine Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç Üzerine Etkisi

## The Effect of Combined Glutamine and Creatine Consumption on Functional Threshold Power in Cyclists

Zehra KARGIN<sup>1</sup>, Mekki ABDİOĞLU<sup>2</sup>, Hakkı MOR<sup>3</sup>, Selim OKUR<sup>4</sup>,  
Erkal ARSLANOĞLU<sup>5</sup>, Ahmet MOR<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Sinop Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop  
· zkargin@sinop.edu.tr · ORCID > 0009-0002-1005-1226

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara  
· mekkiabdioglu@gmail.com · ORCID > 0000-0003-4533-1594

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Samsun  
· hakkı.mor@omu.edu.tr · ORCID > 0000-0003-0810-1909

<sup>4</sup>Sinop Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop  
· antselimokur@gmail.com · ORCID > 0009-0003-7860-5798

<sup>5</sup>Sinop Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop  
· erkaloglu@sinop.edu.tr · ORCID > 0000-0003-2066-0682

<sup>6</sup>Sinop Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop  
· amor@sinop.edu.tr · ORCID > 0000-0002-1181-1111

### Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 20 Ocak/January 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 16 Nisan/April 2024

Yıl/Year: 2024 | Cilt – Volume: 15 | Sayı – Issue: 1 | Sayfa/Pages: 37-52

Atıf/Cite as: Kargin, Z., Abdioğlu, M., Mor, H., Okur, S., Arslanoğlu, E., Mor, A. "Bisikletçilerde Glutamin ve Kreatin Kombine Tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç Üzerine Etkisi" Ondokuz Mayıs Üniversitesi Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi, 15(1), Nisan 2024: 37-52.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hakkı MOR

Etik Kurul Beyanı/Ethics Committee Approval: "Araştırma için Sinop Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 12.07.2023 tarihli ve 2023/136 karar sayısı ile etik kurul izni alınmıştır."

## BİSİKLETÇİLERDE GLUTAMİN VE KREATİN KOMBİNE TÜKETİMİNİN FONKSİYONEL EŞİK GÜÇ ÜZERİNE ETKİSİ

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı glutamin ve kreatin kombine tüketiminin bisikletçilerin performansına akut etkisinin incelenmesidir. Bu çalışmaya lisanslı, aktif ve antrenmanlı 8 erkek bisikletçi (yaş:  $25,85 \pm 9,75$  yıl; boy uzunluğu:  $174,71 \pm 5,18$  cm; vücut ağırlığı:  $69,81 \pm 7,16$  kg; beden kütle indeksi (BKİ):  $22,95 \pm 2,97$  kg/m<sup>2</sup>; sporcu yaşı:  $5,28 \pm 2,28$ ) gönüllü olarak katıldı. Randomize, tek kör ve çapraz döngü çalışmada, bisikletçiler rastgele 2 gruba ayrıldı ve 48 saat ara ile glutamin&kreatin (SUP) veya plasebo (PLA) olarak fonksiyonel eşik güç (FTP) testini uyguladı. Testlerin ardından Borg Skalası, Görsel Analog Skala (GAS) ve Gastrointestinal Semptom Derecelendirme Ölçeği (GSDÖ) uygulandı. Gruplar arası karşılaştırma bağımlı örneklem t-test ile analiz edildi. Ayrıca etki büyüklüğünün hesaplanması için Cohen's d formülü uygulandı. Testler sonucunda kalp atım hızı (KAH), kadans, FTP (ortalama güç, W, W/kg), algılanan zorluk derecesi (AZD) ve GAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ). Ayrıca, SUP grubu lehine kadans değerlerinde düşük (0,34) ve GAS değerlerinde yüksek etki büyüklüğü (0,83) bulunurken, AZD değerlerinde PLA grubu lehine orta etki büyüklüğü (0,61) tespit edildi. GSDÖ bulgularında gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ). Sonuç olarak, çalışmamızda glutamin&kreatin kombine tüketiminin fonksiyonel eşik güç (FTP) ve performans üzerine akut etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, glutamin&kreatin tüketiminin kas ağrılarına olumlu etki ettiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ergojenik Destek, Fonksiyonel Eşik Güç, Glutamin, Kreatin, Sporcu Beslenmesi.



## THE EFFECT OF COMBINED GLUTAMINE AND CREATINE CONSUMPTION ON FUNCTIONAL THRESHOLD POWER IN CYCLISTS

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the acute effect of the combined consumption of glutamine and creatine on the performance of cyclists. Eight licensed, active, and trained male cyclists (age:  $25.85 \pm 9.75$  years; height:  $174.71 \pm 5.18$  cm; body weight:  $69.81 \pm 7.16$  kg; body mass index (BMI):  $22.95 \pm 2.97$  kg/m<sup>2</sup>; sports age:  $5.28 \pm 2.28$  years) voluntarily participated in this study. In a randomi-

zed, single-blind, and cross-over design, the cyclists were randomly divided into 2 groups and performed the functional threshold power (FTP) test by taking glutamine&creatine (SUP) or placebo (PLA) at a 48-hour interval. The Borg Scale, Visual Analog Scale (VAS), and Gastrointestinal Symptom Rating Scale (GSRS) were utilized at the end of the tests. Between-group comparisons were analyzed with paired sample t-tests. Cohen's d formula was applied to calculate the effect size. No statistical significance was found in heart rate (HR), cadence, FTP (average power, W, W/kg), rating of perceived exertion (RPE), and VAS values ( $p>0.05$ ). Also, while there was a small effect size in cadence (0.34) and a large effect size in VAS (0.83) in favor of the SUP group, a medium effect size (0.61) was observed in RPE in favor of the PLA group. In GSRS results, no significant difference was observed between the groups ( $p>0.05$ ). In conclusion, it was determined that glutamine&creatine coingestion had no acute effect on functional threshold power (FTP) and performance. However, it can be said that glutamine & creatine consumption has a positive effect on muscle pain.

**Keywords:** Creatine, Ergogenic Aid, Functional Threshold Power, Glutamine, Sports Nutrition.



## GİRİŞ

Bisiklet sporunda aerobik enerji sisteminin baskın olduğu bilinmekle birlikte, müsabakalar sırasında tepe tırmanışları, kaçış denemeleri ya da yarışın son kilometrelerindeki sprint finişler gibi durumlarda, anaerobik enerji sistemi de bisikletçiler için kritik bir unsur haline gelir. Bu nedenle bisiklet sporu hem aerobik hem de anaerobik güç gerektiren fiziksel olarak zorlayıcı bir spordur (Cree ve ark., 2004). Bisiklet sporcuları zorlu müsabakalara katılmak için dayanıklılık ve ağır kuvvet antrenmanları yapmaktadır (Hauswirth ve ark., 2010; Rønnestad ve ark., 2015) ve bu antrenmanlara devam edebilmelerindeki önemli bir faktör de beslenmedir. Egzersiz ve antrenmanların bazı sporcularda beslenme ihtiyacını arttırabileceği düşünülse de uygun kalorili dengeli bir diyet, bu ihtiyaçların büyük bir kısmını karşılayabilir. Ancak çeşitli nedenlerle, sporcuların artan beslenme ihtiyaçlarını yalnızca doğal diyetlerle karşılaması her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bu eksiklikleri gidermek için doğal besin takviyelerine başvurmak performansı artırılabilir (McDowall, 2007).

Glutamin insan vücudunda en çok bulunan amino asittir (Savy, 2002; Curi ve ark., 2005). Toplam serbest amino asit havuzunun %60'ını glutamin oluşturur (Savy, 2002). Glutaminin birincil kaynağı iskelet kaslarında bulunur ve buradan kan dolaşımı yoluyla çeşitli dokulara taşınır. Glutamin, birçok organ ve hızla bölünen hücrelerin işlevlerini destekleyen ve sürdüren önemli bir role sahiptir (Curi

ve ark., 2005). Glutamin, çok yönlü işlevlere sahip bir amino asit olup, yanık yaralanmaları, HIV/AIDS, gastrointestinal sistem bozuklukları gibi durumlar için medikal beslenme terapilerinde kritik bir araştırma konusu olarak öne çıkmaktadır (Cengiz ve ark., 2020). Glutamin, çeşitli mekanizmalarla yorgunluğu geciktirir ve oluşan kas hasarlarını hafifletmekle ilişkilendirilir. Aynı zamanda glutatyon üretiminin artırılmasıyla antioksidan özelliklere sahip olduğu kabul edilir. Kısa süreli egzersizler (anaerobik enerji sistemi) kaslardaki glutamin salınımını ve glutaminin kandaki konsantrasyonunu artırır (Coqueiro ve ark., 2019). Buna karşılık uzun süreli egzersizler (aerobik enerji sistemi) sonucunda kan glutamin seviyesi ve kaslarda glutamin sentezinde %30-40'lık bir düşüş yaşanır. Ancak glutamin takviyesi ile plazma glutamin konsantrasyonunun arttığı ve normal seviyelere döndüğü görülmektedir (Clayton ve ark., 2020).

Kreatin, guanidin fosfojen ailesine ait doğal bir bileşiktir. Kreatin öncelikli olarak kırmızı et ve deniz ürünlerinde bulunur, doğal olarak oluşur ve protein olmayan bir amino asit bileşimidir (Kreider ve ark., 2017). İnsan vücudunda iskelet kaslarında (~%95), beyinde ve testislerde (~%5) bulunur. İskelet kaslarında bulunan kreatinin yaklaşık üçte biri fosfokreatin (PCr) olarak, kalan kreatin ise serbest kreatin olarak depolanır (Kreider ve Jung, 2011). Kreatin, sporcular tarafından en çok kullanılan ergojenik yardımcılarından biridir ve özellikle ağır egzersizlerde kuvvet kazanımı ve enerji korunumu için tercih edilir. Kreatin daha çok anaerobik sistemde ve yüksek yoğunluklu yapılan egzersizlerde yaygın olarak kullanılır (Mor ve ark., 2019). Kreatin takviyesi, bisiklet sporcularının kısa süreli sprintlerde performanslarını artırmak amacıyla kullandığı bir ergojenik destektir. Araştırmalar, kaslardaki fosfokreatin seviyelerinin artmasının, bisikletçilerin sprint sırasında enerjiiyi daha hızlı dönüştürme kapasitelerini geliştirdiğini, bu sayede yorgunluğun gecikmesine yardımcı olduğunu ve güç üretimini artırdığını ortaya koymaktadır (Crisafulli ve ark., 2018).

Günümüzde sporcular performanslarını üst düzeyde devam ettirmek ve yarışmalarda başarı elde etmek için çeşitli yaklaşımlar denemektedir. Bu yaklaşımlar arasında en yaygın olanlardan biri besin takviyesi kullanımudur (Thomas ve ark., 2016). Sporcular bu ürünleri kullanarak performanslarını artırmayı, antrenman ve yarışlardan sonra oluşan kas hasarlarını azaltmayı ve toparlanmayı hızlandırmayı amaçlar (Ahmadi ve ark., 2019). Literatür incelendiğinde bisiklet sporcularında akut glutamin ve kreatin takviyesinin birlikte kullanımını ve bu takviyelerin akut etkilerini inceleyen araştırmaya rastlanmamıştır. Araştırmamızın amacı, bisiklet sporcularında akut glutamin ve kreatin kombine tüketiminin performansa akut etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırmamızın hipotezi, egzersiz öncesi alınan glutamin ve kreatin kombine tüketiminin bisiklet sporcularının akut performansını olumlu etkileyeceği olarak belirlenmiştir.

## YÖNTEM

### Araştırma Grubu

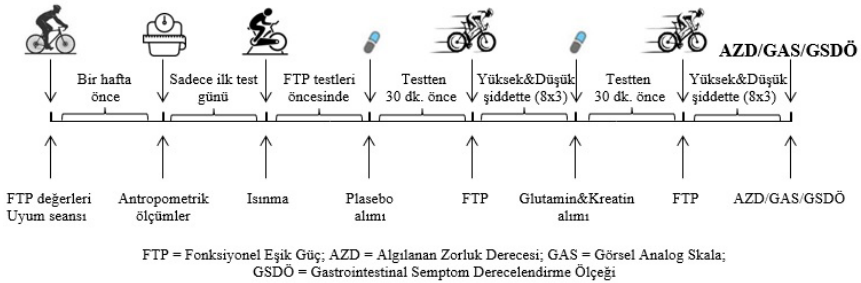
Bu çalışmaya ulusal düzeyde yarışmalara katılan lisanslı 8 erkek bisiklet sporcusu (yaş:  $25,85 \pm 9,75$  yıl; boy uzunluğu:  $174,71 \pm 5,18$  cm; vücut ağırlığı:  $69,81 \pm 7,16$  kg; BKİ:  $22,95 \pm 2,97$  kg/m<sup>2</sup>; sporcu yaşı:  $5,28 \pm 2,28$  yıl) gönüllü olarak katıldı (Tablo 1). Çalışmaya katılan 8 bisiklet sporcusundan 1'i fiziksel rahatsızlık nedeniyle FTP testini tamamlayamadı. Dolayısıyla ayrılan bir kişi nedeniyle araştırmaya dahil edilen nihai katılımcı sayısı 7 oldu. Çalışmada yer alan katılımcılar herhangi bir ergojenik destek kullanmayan sporculardan seçildi. Sporcu sayısını belirlemek için G-Power uygulaması (Heinrich-Heine Üniversitesi Düsseldorf, versiyon 3.1.9.2, Düsseldorf, Almanya) kullanıldı. Yapılan önsel güç analizi neticesinde, 7 katılımcıdan oluşan bir örneklem büyüklüğünün gerekli/yeterli olduğu görüldü (Etki büyüklüğü: 0.55, Güven aralığı:  $1-\beta$  0.95, Hata olasılığı:  $\alpha$  0.05, Güç değeri: 0.96). Çalışmada yer alan sporcular, Sinop ilinden seçildi ve tüm testler ile ölçümler Sinop Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarında gerçekleştirildi. Sporcular, araştırmaya gönüllü olarak katılım sağladı ve sporculara suplementasyon uygulandı. Tüm sporculara, art arda olmayan günlerde 48 saat ara ile iki farklı besin takviyesi verildi. Sporculara testten önce verilen takviyelerin içeriği hakkında bilgi verilmedi. Çalışmada sporculara birinci test günü plasebo ve ikinci test günü glutamin&kreatin suplementasyonu uygulanarak çapraz döngü sağlanmış oldu. Sporcularda, sağlıklı olmak, kronik veya akut hastalığı olmamak ve herhangi bir nedenle oluşmuş sakatlığa bağlı hareket kısıtlılığı olmamak koşulları arandı. Sporcularda herhangi bir sağlık probleminin ortaya çıkması durumunda çalışma durduruldu. Çalışmada yer alan sporculardan "Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu" alındı. Bu çalışma "Sinop Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu" tarafından etik açıdan bir sakınca olmadığına dair karar verilerek uygun bulundu (Sayı: E-57428665-050.01.04-187355 Karar No: 2023/136).

### Araştırma Tasarımı

Çalışmaya katılan tüm sporculara araştırma protokolü tanıtıldı ve protokol içeriğinin nasıl gerçekleştirileceği ayrıntılı olarak anlatıldı. Çalışma randomize, tek kör ve çapraz döngü olarak tasarlandı. Tüm sporcuların Fonksiyonel Eşik Gücü (FTP) değerleri ve bu değerler üzerinden yüklenme şiddetlerini belirlemek için ölçümlerden bir hafta önce uyum seansı gerçekleştirildi. Uyum seansında sporculara besin takviyesi verilmedi. Sporculara aynı test farklı iki besin takviyesi (plasebo ve glutamin&kreatin) ile toplamda 2 günde uygulandı. Çalışmadaki testler ve ölçümler Sinop Üniversitesi Spor Bilimleri Laboratuvarında yapıldı. Ayrıca araştırma günleri katılımcılardan testten en az 3 saat öncesine kadar hiçbir şey yememeleri istendi. Çalışmada öncelikle sporcuların boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri

yapıldı ve bu sonuçlar doğrultusunda beden kütle indeksleri hesaplandı. Sporcular rastgele 2 gruba ayrıldı ve test sonrası tam dinlenme sağlanması da dikkate alınarak 48 saat ara ile glutamin&kreatin ve plasebo alarak testi uyguladı. Testler sirkadiyen ritim dikkate alınarak günün aynı saatlerinde yapıldı. Sporculardan test öncesi dinlenmeleri ve yorucu bir antrenman yapmamaları istendi. Ölçümlerin tamamı aynı ortamda (ortam sıcaklığı  $22 \pm 0,28$  °C, nem oranı  $64 \pm 0,35\%$ , basınç  $1020 \pm 1,41$  mbar; ortalama  $\pm$  SS) uygulandı. Sporculara verilen glutamin&kreatin ve plasebo takviyeleri her testten 30 dakika önce verildi. Teste başlamadan önce sporcular 20 dakikalık ısınma protokolünü gerçekleştirdi ve ısınma sonrası (a) 8 dakika maksimum eşikte, (b) 8 dakika düşük şiddette (c) 8 dakika maksimum eşikte sürüş ve sonrasında soğuma sürüşü ile test protokolünü tamamladı.

Test sonunda sporcuların algılanan zorluk derecelerini (AZD) belirlemek için 0-10 arasında değişen Borg Skalası kullanıldı (Borg, 1998). Bir sonraki gün gecikmiş kas ağrısı Görsel Analog Skalası (GAS) ile tespit edildi. Ayrıca katılımcıların kullandıkları takviyelerden dolayı herhangi bir rahatsızlıkları olup olmadığını belirlemek için Gastrointestinal Semptom Derecelendirme Ölçeği (GSDÖ) kullanıldı (Turan ve ark., 2017).



Şekil 1. Araştırma tasarımına ait şematik diyagram

## VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

### Antropometrik Ölçümler

Sporcuların boy uzunlukları boy ölçüm cihazı (Seca 213, Hamburg, Almanya) ile cm cinsinden ölçüldü. Sporcuların vücut ağırlığı ölçümleri vücut kompozisyon analizörü (Inbody 120 Biyoimpedans, Seul, Güney Kore) ile belirlendi. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerleri kaydedildikten sonra vücut ağırlığının, boy uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) sporcuların beden kütle indeksleri hesaplandı (Mor ve ark., 2022).

### **Fonksiyonel Eşik Güç - Functional Threshold Power (FTP)**

Fonksiyonel Eşik Gücü testi için laboratuvar sıcaklığı testin sürdüğü 2 gün boyunca sabit tutuldu. Test, trainer (Elite, Direto XR-T Interactive Trainer, Fontaniva, İtalya) cihazına takılan pedal (Garmin, Rally XC 100, Olathe, Kansas, ABD) ile ölçüldü. Sporcuların test değerleri Trainer, pedal ve göğüs bandına entegre edilen bisiklet bilgisayarına (Garmin, 530 Bundle, Olathe, Kansas, ABD) aktarıldı ve sporcular test boyunca cihaz monitöründen değerlerini takip etti. Teste başlamadan önce bisikletin sele yükseklik ayarı ve sporcuların istedikleri diğer değişiklikler yapıldı. Sporculara farklı günlerde verilen glutamin&kreatin ve plasebo takviyeleri testten otuz dakika önce verildi. Katılımcılar ilk olarak 20 dakikalık ısınmayı içeren ısınma protokolünü tamamladılar. Isınmanın ardından bisikletçilerin FTP değerlerini belirlemek için 8 dakika maksimum eşikte sürüş, 8 dakika düşük şiddette sürüş ve ardından tekrar 8 dakika maksimum eşikte sürüş gerçekleştirildi ve test tamamlandı. Test sonunda 15 dakikalık bir soğuma sürüşü gerçekleştirildi. Test sonunda ortalama güç çıkışının %90'ı sporcuların FTP değeri olarak belirlendi. Bu değer sporcunun vücut ağırlığına bölünerek kilogram başına düşen güç değeri (w/kg) bulundu (Denham ve ark., 2020).

### **Gastrointestinal Semptom Derecelendirme Ölçeği (GSDÖ)**

Gastrointestinal sistem bozukluklarında sıklıkla görülen semptomları değerlendirmek üzere Revicki ve ark., (1997) tarafından geliştirilmiştir. Turan ve ark., (2017) tarafından Türkçe geçerlik-güvenirlik çalışması yapılmıştır. Gastrointestinal Semptom Derecelendirme Ölçeği (GSDÖ), 15 sorudan oluşan, "hiç rahatsızlık yok" tan "çok şiddetli rahatsızlık var" tercihine kadar uzanan seçeneklere sahip, 5'li Likert tipi bir ölçektir. Faktör analizini dikkate alarak GSDÖ'nün 15 maddesi, karın ağrısı, reflü, diyare, hazımsızlık ve konstipasyon olmak üzere beş alt kategoriden olmaktadır. Ölçeğin 1., 4. ve 5. soruları karın ağrısına; 2. ve 3. soruları reflüye; 11., 12. ve 14. soruları diyareye; 6., 7., 8. ve 9. soruları hazımsızlığa; 10., 13. ve 15. soruları ise konstipasyona yöneliktir ve değerlendirme bu doğrultuda yapılır. Ölçek sorularına verilen cevaplardan elde edilen toplam puan 15 ile 105 arasında değişmektedir. Ölçekten alınan yüksek puanlar, semptomların daha şiddetli olduğunu gösterir.

### **Görsel Analog Skala (GAS)**

Sporcuların fiziksel ve psikolojik ölçümlerinde, ne kadar yorgunluğa ulaştığını hangi duyguyu ne kadar hissettiğini subjektif bir şekilde değerlendirmek için sıklıkla kullanılan ölçeklerden biri Görsel Analog Skaladır (Visual Analogue Scale). Görsel Analog Skala (GAS) Albersnagel (1998) tarafından geliştirilmiş, Aydın ve ark. (2011) tarafından Türkçeye uyarlama çalışması yapılmıştır. GAS, 4 duygu ifadesinin her birinin ayrı bir düzlem üzerine yerleştirildiği bir ölçme aracıdır.

Katılımcılar o andaki psikolojik deneyimlerinin yoğunluğunu 0-10 ya da 0-100 arasındaki skala üzerinden en iyi temsil eden noktayı işaretlemektedir ve yaptıkları işaretleme cetvel aracılığıyla belirlenmektedir. GAS, Disfori (depresif, üzgün, hüznü, ızdırap içinde, umutsuz, perişan), Düşmanlık (tepesi atmış, aykırı, huzursuz, düşmanca), Kaygı (kaygılı, tedirgin, gergin, sinirli) ve Olumlu Duygu (mutlu, hoşnut, neşeli, memnun) durum kategorilerinde değerlendirilmektedir (Albersnagel, 1998; Aydın ve ark., 2011).

### **Borg Skalası (AZD)**

Borg Skalası (Algılanan Zorluk Derecesi - AZD) sporcuların fiziksel egzersiz sırasında harcadıkları çabanın ölçülmesi amacıyla kullanılan subjektif bir yöntemdir. Borg (1982) tarafından geliştirilen skala, Kin ve ark. (1994) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Borg Skalası, 0-10 ya da 6-20 arasında olan değerleri ve bu değerlerin karşılarında belirtilen zorluk derecelerini ifade eder. Yapılan çalışmalarda kalp atım hızı (KAH) ile Borg Skalası (AZD) arasında 0.80-0.90 korelasyon bulunmuştur (Kin ve ark., 1994).

### **Glutamin&Kreatin ve Plasebo Suplementasyonu**

Çalışmada Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının ruhsat ve izni ile satılan doğal besin destekleri kullanıldı. Çalışma randomize, tek kör ve çapraz döngü olarak tasarlandı. Çalışmada katılımcılar test ve ölçümleri 48 saat ara ile 2 ayrı günde tamamladı. Deney gruplarına araştırmacı gözetiminde uygun kullanım şekli ve dozda testten 30 dakika önce 10000 mg (5000 mg glutamin, 5000 mg kreatin) glutamin&kreatin ve plasebo grubuna ise verilen besin desteğine eşit miktarda ve şekilde testten 30 dakika önce buğday kepeği verildi. Sporcularda oluşabilecek psikolojik etkilerin ortadan kaldırılması amacıyla verilen takviyeler hakkında sporculara bilgi verilmedi. Bunun yanı sıra sporculara test günlerinden 24 saat önce alkol ve uyarıcı maddelerden kaçınmaları, yorucu fiziksel aktivitede bulunmamaları, beslenme ve dinlenmelerine özen göstermeleri yönünde uyarılarda bulunuldu.

### **Verilerin Analizi**

Araştırma verilerine uygulanacak testlerin seçilmesinden önce, hata terimlerinin normal bir dağılıma sahip olup olmadığının kontrol etmek amacıyla Shapiro-Wilk normallik testi yapıldı. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar bağımlı örneklem t-testi ile analiz edildi. Etki büyüklüğünü belirlemek için Cohen's d formülü kullanıldı (Cohen, 1992). Araştırma bulguları, ortalama ve standart sapma (Ort.±SS) olarak sunuldu ve verilerin istatistiksel analizleri ile yorumları,  $p < 0,05$  düzeyinde anlamlı olarak kabul edildi. Tüm istatistiksel hesaplamalar için SPSS 22.0 V. istatistik paket programı kullanıldı.



## BULGULAR

**Tablo 1.** Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	Ort.	SS
Yaş (yıl)	25,85	9,75
Sporcu Yaşı (yıl)	5,28	2,28
Boy Uzunluğu (cm)	174,71	5,18
Vücut Ağırlığı (kg)	69,81	7,16
BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	22,95	2,97

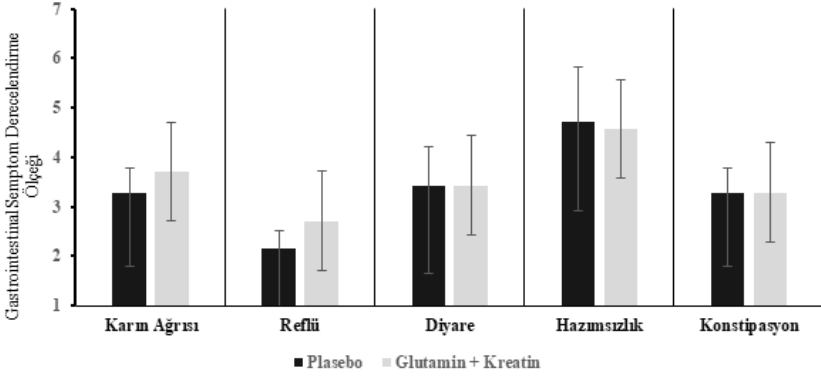
Katılımcıların yaşları  $25,85 \pm 9,75$ ; spor yılları  $5,28 \pm 2,28$  olarak bulunmuştur.

**Tablo 2.** Katılımcıların ısınma ve egzersiz protokollerine göre performans parametreleri

Değişkenler	SUP	PLA	d	t	p
	Ort.±SS	Ort.±SS			
Kalp Atım Sayısı (atım/dk)	179,28±9,55	178,42±8,84	0,09	-,136	,896
Kadans (devir/dk)	84,28±5,40	82,42±5,53	0,34	-,465	,659
Ortalama Güç (W)	133,55±126,06	140,06±133,86	0,05	,069	,947
FTP (W)	215,28±35,75	212,71±39,58	0,06	-,180	,863
FTP (W/kg)	3,08±,43	3,04±,48	0,08	-,148	,887
AZD	8,57±,78	7,85±1,46	0,61	-1,050	,334
GAS	1,85±,69	3,85±3,33	0,83	1,595	,162

AZD = Algılanan Zorluk Derecesi; GAS = Görsel Analog Skala; FTP = Fonksiyonel Eşik Gücü

Tablo 2'de yer alan farklı iki takviye ve egzersiz protokolü sonrasında elde edilen performans parametreleri karşılaştırıldığında; kalp atım sayısı, kadans, ortalama güç (W), FTP (W), FTP (W/kg), AZD ve GAS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık yoktur ( $p > 0,05$ ). Bunun yanı sıra etki büyüklüğüne bakıldığında, iki takviye arasında kadans değerinde düşük düzeyde (0,34), GAS değerinde büyük düzeyde (0,83) SUP grubu lehine, AZD değerinde ise orta düzeyde (0,61) PLA lehine bir farklılık tespit edildi.



Şekil 2. Gastrointestinal semptom derecelendirme ölçeği

Gastrointestinal Semptom Derecelendirme Ölçeği (GSDÖ) sonuçlarına dayanarak, katılımcıların antrenman öncesinde tükettikleri besin takviyelerinin gastrointestinal rahatsızlık üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan analizde, gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ( $p>0,05$ ).

## TARTIŞMA

Çalışmamızın amacı akut olarak kullanılan glutamin&kreatin besin takviyesinin bisikletçilerde FTP, AZD, GAS ve KAH üzerindeki etkisini araştırmak olmuştur. Bilgimiz dahilinde bu çalışma, bisikletçilerde akut glutamin&kreatin alımının FTP, AZD, GAS ve KAH üzerindeki etkisini araştıran ilk çalışmadır. Araştırma sonuçlarımızda FTP, AZD, GAS ve KAH değerlerinde SUP grubu ile PLA grubu arasında herhangi anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Fakat temel bulgumuz GAS değerlerinde ortaya çıkmıştır. GAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen etki büyüklüğünde SUP grubu lehine bir fark olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir saatlik FTP testinden sonra glutamin&kreatin takviyesi alan katılımcıların GAS skorlarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular kısmen deneysel hipotezimizle uyumluluk göstermektedir ve bisikletçilerde gecikmiş kas ağrısını engellemek için glutamin&kreatin besin takviyesi kullanılabilir.

Glutamin ve kreatin besin takviyeleri genellikle kronik biçimde kullanılmaktadır. Kreatin yüklenmesi hızlı yüklenme (5 gün 5 g/gün), yavaş yüklenme (28 gün 3 g/gün) veya her gün (3 g/gün) gibi farklı yükleme metotları kullanılarak performans katkı sağlamaktadır (Wax ve ark., 2021). Bununla birlikte glutaminin de 6 gün veya 8 haftalık kullanımında sporcuların bazı performans parametrelerine olumlu etki yaptığı bilinmektedir (Piattoly ve ark., 2013; Ahmadi ve ark.,2019).

Glutamin ve pla gruplarının karşılaştırıldığı bir çalışma, 6 günlük glutamin takviyesinin wingate anaerobik güç testini takiben akut iyileşmeyi etkilemediğini; fakat güç endekslerini geri kazandırdığını ve iyileştirdiğini göstermektedir (Piattoly ve ark., 2013). Başka bir araştırmada ise 8 hafta boyunca kullanılan glutaminin, futbolcularda hem ortalama güç hem de zirve güç çıkışı üzerinde anlamlı etki sağladığı rapor edilmiştir. Glutaminin güç ve kuvvet üzerinde pozitif etki oluşturmasında, egzersiz esnasında kreatin kinaz ve hücre lezyonlarını azaltan kas hücresi hidrasyonunu artırması, katabolik ve anabolik hormon cevapları arasındaki denge ve normal lökosit sayısının korunması (Cordova-Martinez ve ark., 2021), toparlanma esnasında kas glikojeninin yeniden sentezini hızlandırması (Bowtell ve ark., 1999; Coqueiro ve ark., 2019) ve plazma laktat konsantrasyonunu azaltması (Rowlands ve ark., 2012) gibi farklı fizyolojik mekanizmaların devreye girmesinin etkili olduğu ileri sürülmüştür. Başka bir araştırmada ise akut olarak kullanılan glutamin takviyesi ( $0,3 \text{ g/kg}^{-1}$ ) hem düşük (%25'e karşı %15) hem de yüksek (%21'e karşı %10) açışal hareket hızları sırasında diz ekstansör kuvvetindeki ortalama azalmayı 96 saat boyunca %10 azaltmıştır. Ayrıca yüksek açışal hızda, glutamin takviyesi ile kuvvet 72 saat içinde egzersiz öncesi seviyelere dönmüş, kontrol grubunda ise 96 saat sonrasında önemli ölçüde azalmaya devam etmiştir. Bu nedenle araştırmacılar glutamin takviyesinin kuvvet kaybına karşı küçük ama anlamlı bir koruma sağladığını ve yüksek açışal hareket hızlarında hasar öncesi duruma daha hızlı bir dönüşe imkan tanıdığını ifade etmişlerdir (Street ve ark., 2011). Kronik kreatin kullanımında ise rekreasyonel bisikletçilerde, genel ve tekrarlanan kısa süreli sprint bisiklet performansında artış tespit edilmiştir (Crisafulli ve ark., 2018). Buna ek olarak Vieira ve ark. (2020), antrenmanlı genç erkeklerde kısa süreli (7 gün) kreatin takviyesinin ( $20 \text{ g/gün}^{-1}$ ) alt ekstremite kuvveti ve dayanıklılığı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını rapor etmişlerdir. Ancak yakın zamanda yapılan bir çalışma genç basketbol oyuncularında uzun süreli (8 hafta) kreatin takviyesi protokolünün ( $0,1 \text{ g/kg}^{-1}/\text{gün}^{-1}$ ) ardından Abalakov sıçrama test performansında anlamlı farklılık olduğunu göstermiştir (Vargas-Molina ve ark., 2022). Başka bir araştırmada ise iki hafta süresince kullanılan kreatinin ( $0,03 \text{ g/kg/gün}^{-1}$ ) elit genç futbolcularda güç çıktısını olumlu etkilediği rapor edilmiştir (Yanez-Silva ve ark., 2017).

Glutamin ve kreatin takviyelerinin kombinasyonu, son yıllarda ilgi çekici bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu ilginin temelinde, glutaminin kas gelişimi ve iyileşmesine olan katkıları ile kreatinin egzersiz sırasında güç ve enerji seviyelerini artırarak kas aktivitesini destekleme kapasitesi yatmaktadır (Mohammad ve ark., 2021; Vargas-Molina ve ark., 2022). Bazı çalışmalarda glutamin ve kreatin kullanımının anabolik sinyalleri güçlendirebileceği ve hücresel düzeyde bir artışa yol açarak kas kütlelerinin büyümesini ve özellikle kuvvet veya güç sporcularında performans artışını destekleyebileceği iddia edilmiştir (Burke ve ark., 2023; Jaramillo ve ark., 2023; Newsholme ve ark., 2023; Lu ve ark., 2024). Bu düşünce doğrultusunda atletizm sporcuları üzerinde yürütülen kreatin ve glutamin&kreatin

takviyelerinin kullanıldığı sekiz haftalık bir araştırmada iki takviye kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, her iki takviye plaseboya kıyasla güçte anlamlı bir artış sağlamış olsa da, iki takviye arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Lehmkuhl ve ark., 2003). Benzer şekilde yetişkin erkeklerde plasebo, glutamine ve kreatin gruplarıyla 12 hafta sürdürülen araştırmada besin takviyesi ve antrenmanın fiziksel performans üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada 6. ve 12. haftalarda yapılan ölçümlerde aerobik ve anaerobik kapasite, kor bölge kas dayanıklılığı, alt ve üst ekstremitte kuvvet değerlerinde tüm gruplarda anlamlı bir gelişim olduğu tespit edilirken gruplar arası anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (Da Silveira ve ark., 2014). Çalışmamızda ise kullandığımız glutamin&kreatin takviyesi plasebo grubuna kıyasla FTP testindeki güç çıktısında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Çalışmamızın literatürle farklılık göstermesinin başlıca nedeni, glutamin&kreatin takviyesinin akut (kısa süreli) kullanımı olarak düşünülmektedir. Bunun sebebi kreatinin ergojenik etkisinin ortaya çıkması için kas içi kreatin miktarının yaklaşık 100-155 mmol olması gerekliliğidir (Kreider ve Jung, 2011; Kreider ve ark., 2017). Günlük diyet ile alınan yaklaşık 1-2 gram kreatin, kas kreatin depolarının %60-80'ini karşılamaktadır. Bununla birlikte kreatin suplementasyonu, kas içerisindeki kreatin ve fosfokreatin depolarını yaklaşık %20-40 oranında artırmaktadır (Hultman ve ark., 1996; Kreider 2003; Kreider ve ark., 2017). Kas kreatin seviyelerini artırmanın en etkili yolu ise, 5-7 gün boyunca günde dört kez 5 g kreatin monohidrat (veya yaklaşık 0,3 g/kg vücut ağırlığı) kullanmaktır. Ancak kas kreatin konsantrasyonunu artırmak, kreatin sentezini düzenlemek ve fiziksel performansı geliştirmek için daha uzun süreli ve yüksek dozda kreatin takviyesine ihtiyaç duyulabilir (Kreider ve ark., 2017). Bunun yanı sıra glutamin ağız yoluyla alındığında daha yüksek dozlar gerekebilir, çünkü bağırsak lümeninden emilen glutaminin yaklaşık %50'si bağırsak ve lümen tarafından metabolize edilir (Candow ve ark., 2001). Bu durum, akut kullanımda performansa olan ergojenik etkiyi azaltan başka bir etken oluşturur. Bu faktörler nedeniyle, glutamin&kreatin kombinasyonunun akut kullanımı, ergojenik etkiyi yeterli düzeyde sağlamamıştır. Gelecek çalışmalarda, glutamin&kreatin yüklemesinin en az 3 gün süreyle yapılmasının ve bu durumun performans üzerindeki etkilerinin araştırılmasının literatüre önemli bir katkı sağlayacağı söylenebilir.

Glutaminin organizmada protein dengesini sağladığı, aynı zamanda hücre düzenleyici etkisinin olduğu ve immün sistemde aktif rol üstlendiği bilinmektedir (Shah ve ark., 2020). Özellikle direnç egzersizlerinde eksantrik kasılmalar sonrasında ortaya çıkan kas ağrılarında verilen lokal enflamatuar yanıtı hafifleterek kas fonksiyonunu iyileştirebilir (Paulsen ve ark., 2010; Mohammad ve ark., 2021). Ayrıca glutamin takviyesi sayesinde kas hasarı semptomlarında görülen azalma, amino asitlerin artan kullanılabilirliği, takviyeden ek enerji alımı ve protein sentezinin artması gibi etkenlere bağlanabilir (Ahmadi ve ark., 2019). Araştırmamızda FTP testi sonrasında katılımcılarda kas ağırlığını belirlemek için GAS kullanıldı. FTP

testi sonrasında, gruplar arasında GAS değerlerinde yüksek bir etki büyüklüğü olduğu belirlenmiştir. Bu durum, glutamin&kreatin takviyesinin kas ağrısına neden olan semptomları hafifletme yeteneğinden kaynaklanmış olabilir.

Glutaminin kas ağrısı üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada katılımcılara 4 hafta boyunca haftada 3 kez  $0,1\text{g/kg}^{-1}$  glutamin takviyesi yapılmıştır. Eksantrik kas kasılmalarının ardından, katılımcıların kreatin kinaz seviyeleri plasebo grubuyla kıyaslandığında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (Rahmani-Nia ve ark., 2014). Ayrıca glutaminin akut olarak kullanıldığı başka bir çalışmada katılımcılara egzersizden önce  $0,3\text{g/kg}^{-1}$  L-glutamin verilmiştir. Drop jump egzersizinin ardından 24, 48 ve 98 saat sonraki ölçümlerde, kaslardaki kreatin kinaz seviyeleri ile plasebo arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (Street ve ark., 2011). Fakat belirtilen çalışmalardaki yazarlar, eksantrik egzersizin neden olduğu kas hasarını takiben güç kaybının azaltılmasında ve kas ağrısının hafifletilmesinde glutamin takviyesinin etkili olduğunu ifade etmiştir. Başka bir çalışmada ise 14 km dayanıklılık koşusundan sonra katılımcılara 7 gün boyunca  $1,5\text{g/kg}$  glutamin +  $15\text{g}$  tatlandırıcı verilmiştir. Araştırma sonuçları glutamin takviyesinin kas hasarına olumlu etki yaptığını göstermiştir (Nakhostin-Roohi ve ark., 2017). Glutamin takviyesinin egzersiz sonrası kas hasarı üzerindeki etkileri üzerine devam eden tartışmalar, egzersiz türü, dozu ve takviye süresinin farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle glutaminin etkilerini daha net anlayabilmek için bu alanda ek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bassit ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, demir adam yarışı (triathlon) öncesinde ve sonrasında alınan kreatin takviyesinin, bazı sporcuların yarış sonrası kas hasarı belirteçleri (kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz vb.) üzerinde olumlu bir etki yarattığı gözlemlenmiştir. Ancak bir diğer çalışmada 8 haftalık kreatin kullanımının ( $0,07\text{g/kg/gün}$ ) sedanter erkeklerde kas kuvvetini artırmasına rağmen kreatin kinaz ve laktat dehidrogenaz seviyelerinde plaseboya kıyasla anlamlı bir etki ortaya çıkarmadığı tespit edilmiştir (Kaviani ve ark., 2018). Ayrıca Cooke ve ark. (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada, eksantrik direnç egzersizleri öncesinde ve sonrasında kreatin kullanımının, katılımcılarda güç kaybını engelleme ve kas hasarını azaltma konusunda anlamlı bir fark ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Kreatinin kas ağrısını azaltmada etkili olma mekanizması olarak, egzersiz öncesi kreatin alımının kasın kalsiyum tamponlama kapasitesini artırabileceği ve bu sayede kalsiyumla aktive olan proteazları azaltarak, sarkolemma ve kas içine olan kalsiyum akışını minimize edebileceği öne sürülmüştür (Wax ve ark., 2021). Ayrıca egzersiz sonrası kreatin alımının rejeneratif tepkileri artırarak ciddi kas hasarını önlemek ve iyileşme sürecini hızlandırmak için de anabolik bir ortamı destekleyebileceği bildirilmiştir (Cooper ve ark., 2012).

Literatürde kreatin veya glutamin takviyelerinin genellikle kuvvet (Ahmadi ve ark., 2019; Vieira ve ark., 2020), güç (Lehmkuhl ve ark., 2003; Piattoly ve ark.,

2013; Vargas-Molina ve ark., 2022), dayanıklılık (Fernandez-Landa ve ark., 2023) ve egzersiz sonrasında toparlanma (Nakhostin-Roohi ve ark., 2017) üzerindeki olan olumlu etkileri incelenmiştir. Bunlardan bağımsız olarak KAH ve AZD skorlarına nasıl bir etki edeceği de araştırma konusu olmuştur. Yapılan araştırmalarda kullanılan kreatin veya glutamin KAH üzerinde herhangi bir anlamlı farklılık göstermemiştir (Zheng ve ark., 2018; Gordon ve ark., 2023). Caris ve Thomatieli-Santos (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise glutamin ve karbonhidrat kombine kullanımı 4500 m'ye eşit hipoksi simülasyonunda yoğun egzersiz sırasında AZD skoru üzerinde yeterince ergojenik etki oluşturmamıştır. Mevcut araştırmalar incelendiğinde KAH ve AZD değerlerinde elde edilen sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Mevcut çalışma sınırlılıkları ile birlikte değerlendirilmelidir. Çalışmamızda katılımcıların kas ağrısının belirlenmesinde Görsel Analog Skala (GAS) kullanılmıştır fakat gelecekte yapılacak çalışmalarda glutamin&kreatin takviyesi alındıktan sonra yapılan FTP testinden sonra kandaki kas ağrısı belirteçlerini (kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz) incelemek yeni bilgiler ortaya çıkarabilir. Bunun yanı sıra çalışmamızın bir diğer sınırlılığı fizyolojik, hematolojik ve biyokimyasal parametrelerin eksikliği nedeniyle glutamin&kreatin takviyesinin bisikletçilerin FTP testleri üzerindeki etkisininin daha nesnel verilerle incelenmemiş olmasıdır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, akut olarak kullanılan glutamin&kreatin takviyesi 60 dk süren FTP testinde katılımcıların KAH, AZD skorlarına olumlu etki etmezken GAS skorlarına bağlı olarak kas ağrısı üzerinde olumlu etki etmiştir. Çalışmamızda ortaya çıkan en önemli sonuç, glutamin&kreatin kombine tüketiminin Fonksiyonel Eşik Güç (FTP) ve performans üzerine akut etkisinin olmamasıdır. Bununla birlikte glutamin&kreatin tüketiminin kas ağrılarında olumlu etki ettiği söylenebilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda kısa süreli patlayıcı güç gerektiren sporlarda ve özellikle de mücadele sporlarında yer alan sporcularla gerçekleştirilecek besin takviyesi, mevcut çalışmadaki sporcu grubu üzerindeki etkiye kıyasla glutamin&kreatin takviyesinin farklı etkilerine yönelik yeni bilgiler sağlayacaktır. Son olarak, farklı spor ve antrenman seviyelerindeki sporcular üzerinde gerçekleştirilecek çalışmalar besin takviyesi ve antrenman seviyesi arasındaki ilişkiye dair bilgiler sağlayabilir.

### Çıkar Çatışması

Makalenin yazarları arasında, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): ZK (%50), AM (%50)

Veri Toplanması (Data Acquisition): ZK (%40), SO (%40), AM (%20)

Veri Analizi (Data Analysis): MA (%25), AM (%50), EA (%25)

Makalenin Yazımı (Writing Up): ZK (%30), MA (%30), HM (%20), AM (%20)

Makale Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): ZK (%30), MA (%30), HM (%20), AM (%20)

## KAYNAKLAR

- Ahmadi, A. R., Rayyani, E., Bahreini, M., & Mansoori, A. (2019). The effect of glutamine supplementation on athletic performance, body composition, and immune function: A systematic review and a meta-analysis of clinical trials. *Clinical Nutrition*, 38(3), 1076-1091. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.05.001>
- Albersnagel, F. A. (1988). Velten and music mood induction procedures: A comparison with accessibility of thought associations. *Behavioral Research and Therapy*, 26, 7996. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(88\)90035-6](https://doi.org/10.1016/0005-7967(88)90035-6)
- Aydın, A., Araz, A., & Asan, A. (2011). Görsel analog ölçeği ve duygu kafesi: Kültürümüze uyarlama çalışması. *Türk Psikoloji Yazıları*, 14(27), 1.
- Bassit, R. A., Pinheiro, C. H., Vitzel, K. F., Sproesser, A. J., Silveira, L. R., & Curi, R. (2010). Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 945-955. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1305-1>
- Borg, G. (1982). Psychophysical basis of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5):377-381.
- Bowtell, J. L., Gelly, K., Jackman, M., Patel, A., Simeoni, M., & Rennie, M. (1999). Effect of oral glutamine on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 1770-1777. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.6.1770>
- Burke, R., Piñero, A., Coleman, M., Mohan, A., Sapuppo, M., Augustin, F., ... & Schoenfeld, B. J. (2023). The effects of creatine supplementation combined with resistance training on regional measures of muscle hypertrophy: a systematic review with meta-analysis. *Nutrients*, 15(9), 2116. <https://doi.org/10.3390/nu15092116>
- Candow, D. G., Chillbeck, P. D., Burke, D. G., Davison, K. S., & Smith-Palmer, T. (2001). Effect of glutamine supplementation combined with resistance training in young adults. *European Journal of Applied Physiology*, 86(2), 142-149. <https://doi.org/10.1007/s00421-001-0523-y>
- Caris, A. V., & Thomatieli-Santos, R. V. (2020). Carbohydrate and glutamine supplementation attenuates the increase in rating of perceived exertion during intense exercise in hypoxia similar to 4200 m. *Nutrients*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/nu12123797>
- Cengiz, M., Uysal, B. B., İkitimur, H., Özcan, E., İslamoğlu, M. S., Aktepe, E., Yavuzer, E. & Yavuzer, S. (2020). Effect of oral l-glutamine supplementation on Covid-19 treatment. *Clinical Nutrition Experimental*, 33, 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.yclnex.2020.07.003>
- Clayton, Z. S., Braden, B., & Kern, M. (2020). The effect of post-exercise oral glutamine supplementation on a subsequent cycling time to exhaustion test: A randomized double-blind placebo-controlled crossover trial. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 9(7), 6-12.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98-101.
- Cooke, M. B., Rybalka, E., Williams, A. D., Cribb, P. J., & Hayes, A. (2009). Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6, 13. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-13>
- Cooper, R., Naclerio, F., Allgrove, J., & Jimenez, A. (2012). Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 33. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-33>
- Coqueiro, A. Y., Rogero, M. M., & Tirapegui, J. (2019). Glutamine as an anti-fatigue amino acid in sports nutrition. *Nutrients*, 11(4), 863. <https://doi.org/10.3390/nu11040863>

- Córdova-Martínez, A., Caballero-García, A., Bello, H. J., Pérez-Valdecantos, D., & Roche, E. (2021). Effect of glutamine supplementation on muscular damage biomarkers in professional basketball players. *Nutrients*, *13*(6), 2073. <https://doi.org/10.3390/nu13062073>
- Creer, A. R., Ricard, M. D., Conlee, R. K., Hoyt, G. L., & Parcell, A. C. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, *25*(02), 92-98. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819945>
- Crisafulli, D. L., Buddhadev, H. H., Brilla, L. R., Chalmers, G. R., Suprak, D. N., & San Juan, J. G. (2018). Creatine-electrolyte supplementation improves repeated sprint cycling performance: A double blind randomized control study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0226-y>
- Curi, R., Lagranha, C. J., Doi, S. Q., Sellitti, D. F., Procópio, J., Pithon-Curi, T. C., ... & Newsholme, P. (2005). Molecular mechanisms of glutamine action. *Journal of Cellular Physiology*, *204*(2), 392-401. <https://doi.org/10.1002/jcp.20339>
- Da Silveira, C. L., de Souza, T. S. P., Batista, G. R., de Araújo, A. T., da Silva, J. C. G., de Sousa, M. D. S. C., ... & Garrido, N. D. (2014). Is long term creatine and glutamine supplementation effective in enhancing physical performance of military police officers?. *Journal of Human Kinetics*, *43*(1), 131-138.
- Denham, J., Scott-Hamilton, J., Hagstrom, A. D., & Gray, A. J. (2020). Cycling power outputs predict functional threshold power and maximum oxygen uptake. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(12), 3489-3497. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002253>
- Fernández-Landa, J., Santibañez-Gutierrez, A., Todorovic, N., Stajer, V., & Ostojic, S. M. (2023). Effects of creatine monohydrate on endurance performance in a trained population: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *53*(5), 1017-1027. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01823-2>
- Gordon, A. N., Moore, S. R., Patterson, N. D., Hostetter, M. E., Cabre, H. E., Hirsch, K. R., ... & Smith-Ryan, A. E. (2023). The effects of creatine monohydrate loading on exercise recovery in active women throughout the menstrual cycle. *Nutrients*, *15*(16), 3567. <https://doi.org/10.3390/nu15163567>
- Häussinger, D., & Lang, F. (1991). Cell volume in the regulation of hepatic function: a mechanism for metabolic control. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Biomembranes*, *1071*(4), 331-350. [https://doi.org/10.1016/0304-4157\(91\)90001-D](https://doi.org/10.1016/0304-4157(91)90001-D)
- Häussinger, D., Gerok, W., Roth, E., & Lang, F. (1993). Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *The Lancet*, *341*(8856), 1330-1332. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)90828-5](https://doi.org/10.1016/0140-6736(93)90828-5)
- Hauswirth, C., Argentin, S., Bieuzen, F., Le Meur, Y., Couturier, A., Brisswalter, J. (2010). Endurance and strength training effects on physiological and muscular parameters during prolonged cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *20*(2):330-339. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.04.008>
- Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J. A., Cederblad, G., & Greenhaff, P. L. (1996). Muscle creatine loading in men. *Journal of Applied Physiology*, *81*(1), 232-237. <https://doi.org/10.1152/jap.1996.81.1.232>
- Jaramillo, A. P., Jaramillo, L., Castells, J., Beltran, A., Mora, N. G., Torres, S., ... & Santos, Y. (2023). Effectiveness of creatine in metabolic performance: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, *15*(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.45282>
- Kaviani, M., Abassi, A., & Chilibeck, P. D. (2018). Creatine monohydrate supplementation during eight weeks of progressive resistance training increases strength in as little as two weeks without reducing markers of muscle damage. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *59*(4), 608-612. <https://doi.org/10.23736/S0022-470718.08406-2>
- Kin, A., Hazır, T., & Ergen, E. (1994). Step ve aerobik egzersizlerinde Borg Skalasının güvenilirliği ve geçerliliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, *7*(4), 4-12.
- Kreider, R. B. (2003). Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Molecular and Cellular Biochemistry*, *244*, 89-94.
- Kreider, R. B., & Jung, Y. P. (2011). Creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, *15*(2), 53-69.
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L. & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
- Lamontagne-Lacasse, M., Nadon, R., & Goulet, E. D. (2011). Effect of creatine supplementation on jumping performance in elite volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *6*(4), 525-533. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.4.525>
- Lehmkuhl, M., Malone, M., Justice, B., Trone, G., Pistilli, E., Vinci, D., Haff, E. E., Kilgore, J. L., & Haff, G. G. (2003). The effects of 8 weeks of creatine monohydrate and glutamine supplementation on body composition and performance measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *17*(3), 425-438.



- Lu, T. L., Zheng, A. C., Suzuki, K., Lu, C. C., Wang, C. Y., & Fang, S. H. (2024). Supplementation of L-glutamine enhanced mucosal immunity and improved hormonal status of combat-sport athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 21(1), 2300259. <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2300259>
- McDowall, J. A. (2007). Supplement use by young athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(3), 337.
- Mohammad, S. M., Mahdi, A. M., & Parisa, S. (2021). The effect of intense physical activity session with glutamine supplementation on selected factors of wrestlers' immune system. *International Journal of Science and Research Archive*, 2(2), 145-150. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2021.2.2.0070>
- Mor, A., İpekoğlu, G., Baynaz, K., Arslanoğlu, C., Acar, K. & Arslanoğlu, E. (2019). Futbolcularda bcaa ve kreatin alımının vücut kompozisyonu üzerine etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(3), 274-285.
- Mor, A., Karakaş, F., Mor, H., Yurtseven, R., Yılmaz, A.K., & Acar, K. (2022). Genç futbolcularda direnç bandı egzersizlerinin bazı performans parametresine etkisi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 20(3), 128-142. <https://doi.org/10.33689/spormetre.1095371>
- Nakhostin-Roohi, B., Javanamani, R., Zardoost, N., & Ramazanzadeh, R. (2017). Influence of glutamine supplementation on muscle damage and oxidative stress indices following 14km running. *Hormozgan Medical Journal*, 20(5).
- Newsholme, P., Diniz, V. L. S., Dodd, G. T., & Cruzat, V. (2023). Glutamine metabolism and optimal immune and CNS function. *Proceedings of the Nutrition Society*, 82(1), 22-31. <https://doi.org/10.1017/S0029665122002749>
- Paulsen, G., Cramer, R., Benestad, H. B., Fjeld, J. G., Mørkrid, L., Hallén, J., & Raastad, T. (2010). Time course of leukocyte accumulation in human muscle after eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 75-85. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ac7adb>
- Piattoly, T., Parish, T. R., & Welsch, M. A. (2013). L-Glutamine supplementation: Effects on endurance, power and recovery. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 11.
- Rahmani-Nia, F., Farzaneh, E., Damirchi, A., Majlan, A. S., & Tadibi, V. (2014). Surface electromyography assessments of the vastus medialis and rectus femoris muscles and creatine kinase after eccentric contraction following glutamine supplementation. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1), 54-62. <https://doi.org/10.5812/asjms.34234>
- Rønnestad BR, Hansen J, Hollan I, Ellefsen S. (2015). Strength training improves performance and pedaling characteristics in elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(1):89-90. <https://doi.org/10.1111/sms.12257>
- Rowlands, D. S., Clarke, J., Green, J. G., & Shi, X. (2012). L-Arginine but not L-glutamine likely increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 2443-2453. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2225-4>
- Savy, G. K. (2002). Glutamine supplementation: heal the gut, help the patient. *Journal of Infusion Nursing*, 25(1), 65-69.
- Shah, A. M., Wang, Z., & Ma, J. (2020). Glutamine metabolism and its role in immunity, a comprehensive review. *Animals*, 10(2), 326. <https://doi.org/10.3390/ani10020326>
- Street, B., Byrne, C., & Eston, R. (2011). Glutamine supplementation in recovery from eccentric exercise attenuates strength loss and muscle soreness. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 9(2), 116-122. [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(12\)60007-0](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(12)60007-0)
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543-568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Turan, N., Asti, T. A., & Kaya, N. (2017). Reliability and validity of the Turkish version of the Gastrointestinal Symptom Rating Scale. *Gastroenterology Nursing*, 40(1), 47-55. DOI: 10.1097/SGA.0000000000000177
- Vargas-Molina, S., García-Sillero, M., Kreider, R. B., Salinas, E., Petro, J. L., Benítez-Porres, J., & Bonilla, D. A. (2022). A randomized open-labeled study to examine the effects of creatine monohydrate and combined training on jump and scoring performance in young basketball players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 529-542. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2108683>
- Vieira, I. P., de Paula, A. G., Gentil, P., Pichard, C., Candow, D. G., & Pimentel, G. D. (2020). Effects of creatine supplementation on lower-limb muscle endurance following an acute bout of aerobic exercise in young men. *Sports*, 8(2), 12. <https://doi.org/10.3390/sports8020012>
- Wax, B., Kerkick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., Lyons, B. C., & Kreider, R. B. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, 13(6), 1915. <https://doi.org/10.3390/nu13061915>
- Yanez-Silva, A., Buzzachera, C. F., Picarro, I. D. C., Janeiro, R. S. B., Ferreira, L. H. B., McAnulty, S. R., Utter, A. C., & Souza-Junior, T. P. (2017). Effect of low dose, short-term creatine supplementation on muscle power output in elite youth soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 5. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0162-2>
- Zheng, Chen, Xiang-Ke Chen, and Yue Zhou. (2018). Acute glutamine ingestion modulates lymphocytic responses to exhaustive exercise in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43.3: 213-220. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0212>