

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARBONHİDRATLA BİRLİKTE KREATİN YÜKLEMESİNİN
GENÇ SPORCULARDA ANAEROBİK PERFORMANS VE
VÜCUT KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

Uğur ÖDEK

**SPOR BİLİMLERİ ve TEKNOLOJİSİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL**

**ANKARA
2010**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Caner AÇIKADA
Hacettepe Üniversitesi

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL
Hacettepe Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Feza KORKUSUZ
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nazan Koşar
Hacettepe Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tahir HAZIR
Hacettepe Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hakan Sedat ÖRER
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın oluşturulmasında yol gösterici katkılarından dolayı danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL'e,

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu laboratuvar ve teknik imkânlarını sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Caner AÇIKADA'ya,

Araştırma süresince karşılaştığım problemlerin çözümünde, bana verdikleri değerli öneri ve bilgilerden dolayı Prof. Dr. Haydar DEMİREL ve Yrd. Doç. Dr. Nazan KOŞAR'a,

Ve bu çalışmanın yapılış aşamasında gösterdiği sonsuz sabır ve destek için sevgili eşim Aslı EREN ÖDEK'e

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZET

Ödek, U. Karbonhidratla Birlikte Kreatin Yüklemesinin Genç Sporcularda Anaerobik Performans ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2010. Bu araştırmanın amacı kas içi kreatin konsantrasyonunu arttırmayı hedefleyen iki farklı yükleme yöntemini, performans ve vücut kompozisyonu değerleri üzerinden karşılaştırmaktır. 18 yaş altı (U-18) kategorisinde futbol oynayan 21 erkek futbolcu (vücut ağırlığı: $\bar{x}=65,4\pm 5\text{kg}$, yaş: $\bar{x}=17\pm 0,2\text{yıl}$) 3 gruba (n=7) ayrılmıştır. Kreatin monohidrat+glikoz şurubu grubu (KG) 5g kreatin monohidratı 33g glikoz şurubu ile birlikte, kreatin monohidrat+tatlandırıcı grubu (KT) 5g kreatin monohidratı 2 tablet kalori içermeyen tatlandırıcı tablet ile birlikte günde 4 kez 5 gün süresince kullanmıştır. Plasebo grubu (P) ise bu süre içerisinde sadece kalori içermeyen tatlandırıcı (2 tablet) kullanmıştır. 7x34,2m sprint ve tekrarlı sıçrama testleri ile performans değerleri incelenen grupların, vücut kompozisyonu değişimleri biyoelektrik impedans analizi ile incelenmiştir. Gruplararası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi (eğer $p<0,05$ Mann Whitney U Testi kullanılmıştır), grup içi karşılaştırmalarda ise Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi kullanılmıştır. KG grubunun tüm yük-son tekrar zamanları yük-ön tekrar zamanlarından kısadır ($p<0,05$). Sıçrama yüksekliği ortalamaları KG ve KT gruplarında artarken ($0,38\pm 0,04\text{m}$ - $0,39\pm 0,03\text{m}$ ve $0,35\pm 0,05\text{m}$ - $0,36\pm 0,04\text{m}$) P grubunda görülen artış istatistiksel olarak anlamsızdır. Sadece KT grubunun yük-ön ($65,57\pm 5,37\text{kg}$) ve yük-son ($66,12\pm 5,13\text{kg}$) VA anlamlı ölçüde artmıştır ($p<0,05$). VYY (-%10,76) ve YVK (+%4,86) üzerinde meydana gelen en belirgin değişim KG grubunda gözlenmiştir ($p<0,05$). Yükleme sonrasında KG grubunun toplam vücut suyu yüzdesi (TVSY) ($57,4\pm 1,4$ – $59,1\pm 2,5$) hücre dışı sıvı yüzdesine (HDSY) bağlı olarak artmıştır ($p<0,05$). Sonuçlar karbonhidratlarla birlikte kreatin yüklemesinin egzersiz performansı ve vücut kompozisyonu üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kreatin, ergojenik yardım, vücut kompozisyonu, performans.

ABSTRACT

Ödek, U. Effects of Creatine Loading With Carbohydrate in Young Athletes on Anaerobic Performance and Body Composition. Hacettepe University, Institution of Health Sciences, Sport Science and Technology Program, Master Thesis, Ankara, 2010. The purpose of this study was to compare two loading methods, which aim to improve muscle creatine concentration, in terms of exercise performance and body composition. Twenty-one under-eighteen (U-18) soccer player (Body Mass \bar{x} = 65,4±5kg, Age \bar{x} =17years) allocated 3 separate groups (n=7). Creatine monohydrate+glucose syrup group (KG) used 5g creatine+33g glucose syrup 4 times in a day, for a 5 day period. Creatine+sweetener group (KT) used same amount creatine with 2 tablets of non-calorie sweetener and the placebo (P) group ingested only 2 tablets of non-calorie sweetener in same schedule. To examine effects of different loading protocols on performance, participants underwent 7x34,2m sprint and repeated vertical jump tests. Bioelectrical impedance analysis was used to determine body composition changes. Kruskal-Wallis One Way Analysis was utilized to compare intergroup means. If significant differences were present Mann-Whitney Rank Sum Test was performed. Intragroup comparisons was analyzed using Wilcoxon Signed Rank Test. KG group has significant improvement between all repetitions ($p<0,05$). The significant improvement in vertical jumps has been shown in both KG (0,38±0,04m, 0,39±0,03m) and KT (0,35±0,05m-0,36±0,04m) groups ($p<0,05$). There appeared to be no effect of supplementation on vertical jump heights of P group ($p>0,05$). Weight differences was only significant in KT (65,57±5,37kg vs. 66,12±5,13kg) group ($p<0,05$). BF decreased 10,76% and LBM increased 4,86% significantly in KG group ($p<0,05$). Total water percentage significantly increased (57,4±1,4 vs 59,1±2,5) in KG group depending on extracellular water percentage ($p<0,05$). According to results, creatine loading with carbohydrate is more efficient on exercise performance and body composition.

Keywords: Creatine, ergogenic aid, body composition, performance,

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	
1.2. Araştırmanın Önemi	5
1.3. Sayıtlar	5
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Kreatin	6
2.2. Kreatin Sentezi	7
2.3. Kreatin Havuzu	8
2.4. Kreatin Taşınımı	9
2.5. Kreatinin Etkileşime Girdiği Maddeler	10
2.6. Kreatin Yükleme Yöntemleri	12
2.7. Kreatin ve Vücut Kompozisyonu	13
2.8. Kreatin ve Egzersiz	14
2.9. Kreatin ve Futbol	16
3. YÖNTEM	18
3.1. Araştırma Grubu	18
3.2. Araştırma Sahası	18
3.3. Araştırma Tasarımı	19

	Sayfa
3.4. Antropometri ve Vücut Kompozisyonu Ölçümleri	20
3.5. Kreatin Monohidrat Yükleme Metotları	21
3.6. Sıçrama Testi	21
3.7. Tekrarlı Sprint Testi	22
3.8. İstatistiksel analiz	23
4. BULGULAR	25
4.1. Performans Parametrelerine Ait Bulgular	25
4.2. Vücut Ağırlığı ve Vücut Kompozisyonu Parametrelerine Ait Bulgular	33
5. TARTIŞMA	38
5.1. Araştırma Dizaynı ve Metodoloji	38
5.2. Kreatin Yüklemelerinin Performans Üzerindeki Etkileri	39
5.3. Kreatin Yüklemelerinin Vücut Kompozisyonu ve Vücut Ağırlığı Üzerindeki Etkileri	40
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	44
6.1. Sonuçlar	44
6.2. Öneriler	45
7. FORMLAR	46
7.1. Veli/Vasiye Yönelik Bilgilendirilmiş Onam Formu	46
7.2. Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu	48
8. KAYNAKLAR	50

KISALTMALAR DİZİNİ

ADP	Adenozin Difosfat
AGAT	Arjinin-glisin amidinotransferaz
ATP	Adenozin Trifosfat
FK	Fosfokreatin
HDSY	Hücre Dışı Sıvı Yüzdesi
HİSY	Hücre İçi Sıvı Yüzdesi
KG	Kreatin+Glikoz şurubu
CK	Kreatin Kinaz
KT	Kreatin+Tatlandırıcı
KTP	Kreatin Taşıyıcı Protein
P	Plasebo (tatlandırıcı)
TVSY	Toplam Vücut Suyu Yüzdesi
VA	Vücut Ağırlığı
VYY	Vücut Yağ Yüzdesi
YVK	Yağsız Vücut Kütlesi
β-GPA	β- guanidinopropiyonik asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Kreatin sentezi	8
Şekil 3.1.	Araştırmaya ait çalışma planı	20
Şekil 3.2.	BİA elektrotlarının yerleştirilmesi	21
Şekil 3.3.	Tekrarlı sprint testi parkuru	23

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Gruplara ait tanımlayıcı bilgiler.	18
Tablo 3.2. Katılımcıların ısınma protokolü.	22
Tablo 4.1. Grupların ortalama sprint zamanları.	25
Tablo 4.2. Grupların sprint tekrar zamanları.	27
Tablo 4.3. Grupların ortalama sıçrama yüksekliği.	29
Tablo 4.4. Grupların sıçrama tekrar yükseklikleri.	30
Tablo 4.5. Grupların vücut ağırlıkları ve vücut kompozisyonu değerleri.	33

GRAFİKLER DİZİNİ

		Sayfa
Grafik 4.1.	Grupların ortalama sprint zamanları	26
Grafik 4.2.	KG grubuna ait sprint tekrar zamanları	28
Grafik 4.3.	KT grubuna ait sprint tekrar zamanları	28
Grafik 4.4.	P grubuna ait sprint tekrar zamanları	29
Grafik 4.5.	KG grubuna ait sıçrama tekrar yükseklikleri	31
Grafik 4.6.	KT grubuna ait sıçrama tekrar yükseklikleri	32
Grafik 4.7.	P grubuna ait sıçrama tekrar yükseklikleri	32
Grafik 4.8.	Grupların vücut ağılıkları	35
Grafik 4.9.	Grupların vücut yağ yüzdeleri.	35
Grafik 4.10.	Grupların yağsız vücut kitleleri	36
Grafik 4.11.	Grupların toplam vücut suyu yüzdeleri	36
Grafik 4.12.	Grupların hücre içi sıvı yüzdeleri	37
Grafik 4.13.	Grupların hücre dışı sıvı yüzdeleri	37

BÖLÜM I

GİRİŞ

Ergojenik yardımcıları enerji üretimini arttıran ya da mevcut enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlayan maddelerdir (1). Kullanım amaçları ve yöntemlerine göre farklı kategorilerde incelenen ergojenik yardımcıların arasında, kreatin (α -metil guanidin asetik asit) besinsel ergojenik yardımcıların içerisinde yer almaktadır (2).

Kreatin endojen yoldan sentezlenebilmesine karşın, sedanter bireylerde günlük ihtiyacın (~2g) yarısına yakını dış kaynaklı (ekzojen) besin maddelerinden sağlanmaktadır. Dış kaynaklı kreatin, et ve balık gibi doğal besinlerden alınabileceği gibi sentetik suplemler ile de alınabilir (3).

Yetişkin bireylerde yaklaşık 120g kreatin bulunur. Toplam kreatinin %95'i iskelet kaslarında depolanmakta ve ~%60'ı kreatin kinaz (CK) reaksiyonu ile fosforilasyona uğrayarak, fosfokreatine (FK) dönüştürülmektedir. Geriye kalan miktar (~%40) ise serbest kreatin olarak depolanmaktadır (2,4,5).

FK, artan adenozin difosfat (ADP) konsantrasyonlarında CK enzimi ile parçalanır ve açığa çıkan inorganik fosfat ADP moleküllerine bağlanarak, adenozin trifosfat (ATP) miktarının yeterli düzeye ulaşmasını sağlar. Böylece yüksek şiddetle yapılan egzersizlerde anaerobik sistemin devamlılığı 10-20sn süresince sağlanmış olur (6). Serbest halde bulunan kreatin, azalan kreatin miktarına karşı tampon oluşturması nedeniyle ATP üretiminde önemli role sahiptir. Oral kreatin kullanımının ergojenik etkisi, toplam kreatin havuzunun çoğaltılmasıyla egzersiz sırasında ATP üretim kapasitesinin artması şeklinde görülmektedir (7).

Kreatinin yaygın kullanımı genellikle yükleme ve idame periyodu olmak üzere iki dönemde, farklı dozlar ile yapılmaktadır. Amacı, vücuttaki kreatin havuzunu doldurmak ve arttırmak olan yükleme periyodunda, günlük ihtiyacın üzerinde (15-30g)

dozlar kullanılmaktadır. Bununla beraber literatürde en sık karşılaşılan dozaj, günlük 4x5g kreatinin 5–7 gün boyunca tüketilmesidir (8-10).

Güncel araştırmalarda, kreatinin hücre içerisine geçişini ya da depolama kapasitesini arttırmak amacıyla, birçok madde, kreatin ile birlikte kullanılmaktadır (11-13). Bu anlamda kreatinin etkinliğini arttırmaya yönelik çalışmalarda en sık rastlanan bulgulardan birisi, basit karbonhidratların insülin hormonunun etkisine bağlı olarak kreatinin hücre içerisine geçişini attırmasıdır (14-16). İnsülinin kreatin metabolizması üzerine etkisi konusunda öne çıkan iki bulgudan ilki, insülinin kan dolaşımında hızlanmaya sebep olduğu ve kas dokusu içerisine daha fazla kreatin geçişine imkân sağladığıdır (15). Birçok yayında rastlanan ikinci bulgu ise ortamda insülin bulunması durumunda Kreatin Taşıyıcı Protein (KTP) aktivasyonunun arttığıdır (17-19). Green ve diğ. (1996) tarafından yapılan çalışmada (15) kreatinin glikoz gibi basit karbonhidratlarla kombine kullanımının, KTP aktivitesini arttırdığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada katılımcıların kas kreatin konsantrasyonları normal seviyelerdeyken dahi basit karbonhidratların yol açtığı insülin etkisi ile kreatinin hücre içerisine geçişinin devam ettiği gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre kreatin+karbonhidrat grubunun toplam kreatin miktarı, sadece kreatin grubuna göre %60 oranında daha fazla artış göstermiştir. FK miktarında ise bu oran %100 gibi yüksek değere ulaşmıştır.

Etki mekanizmaları nedeniyle kreatin daha çok anaerobik enerji sistemine dönük spor branşları ile uğraşan kitle tarafından tercih edilmektedir (20,21). Hem aerobik, hem de anaerobik enerji sistemlerinin kapasitesi fosfojen sistemin verimliliğinden etkilenmekle beraber, anaerobik enerji sistemine dayalı, yüksek şiddetli, kısa süreli ve tekrarlayan egzersizler, kreatin yüklemesinden en fazla etkilenen egzersiz tipleridir (5). Kreatin yüklemesine bağlı olarak egzersiz performansında meydana gelen değişimler, birçok araştırmada açıklanmaya çalışılmıştır. Sanz ve Marco (2000) tarafından yapılan çalışmada kreatin yüklemesinin antrenmanlı sporcularda oksijen tüketimini arttırdığı ve bu nedenle, şiddetli egzersiz sırasında amonyak oluşumunu azalttığını belirtilmiştir (22). Bir diğer çalışmada ise (23) şiddetli egzersiz sırasında adenin nükleotidinin yıkımında

kreatin kullanımı sonucu azalma olduğu ve kas glikojen depolarının büyüdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Ancak literatürde rastlanan en yaygın bulgu kreatin yüklemesinin kas içi kreatin konsantrasyonunu arttırması nedeniyle performansı olumlu yönde etkilediğidir (8,24-26).

Takım sporlarının doğasında bulunan tekrarlı sprintler ve sıçramaların optimum düzeyde performans ile sergilenebilmesi oyun sonucuna etki eden faktörler arasındadır. Anaerobik sisteme dayalı sıçrama ve sprintlerin kalitesini arttırmak amacıyla futbol oyuncuları da kreatine başvuran takım sporcuları arasındadır (7). Tekrarlı direnç ve maksimal kuvvet egzersizleri ile birlikte tekrarlı sprint ve sıçramalar kreatin çalışmalarında tercih edilen egzersiz protokollerini oluşturmaktadır. Kreatinin futbol içerisindeki sprint koşullara benzer koşullar üzerindeki etkisinin araştırıldığı yayınların büyük bir bölümü tekrarlı sprint performansının kreatin yükleme sürecinden sonra belirgin biçimde arttığını belirtmektedir (27-29). Tekrarlı dikey sıçrama performansları konusunda literatür bilgisi tekrarlı sprint performansı kadar pozitif etki bulgusuna sahip olmasa da kreatinin sıçrama performansını arttırdığını ortaya koyan yayınlar (30-32) bulunmaktadır.

Kreatin kullanımı vücut kompozisyonu üzerinde değişimler meydana getirmektedir (24). Bu değişimlerin en sık rastlananları YVK'nın artması ve VYY'nin azalmasıdır. YVK'sinde meydana gelen artışla birlikte ozmotik aktif yapıya sahip olan kreatin genellikle sıvı tutulumu nedeniyle VA'yı da arttırmaktadır (32). Sıvı dengesi üzerindeki rolü, kullanım dozuna ve süresine bağlı olmasına rağmen, kreatin hem hücre içi, hem de hücre dışı sıvı yüzdesinde artış meydana getirmektedir (33).

Kreatin kullanımı sonucu, çeşitli performans çıktılarında görülen belirgin artış, birçok araştırmanın ortak bulgusu olmasına rağmen, kreatinin performans üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığını belirten araştırma sayısı, azımsanmayacak kadar çoktur. Bununla birlikte literatürde, kısa süreli kreatin yüklemelerinin vücut

kompozisyonu üzerinde meydana getirdiği değişimler konusunda çelişkili sonuçlar ile karşılaşmak mümkündür.

Yükleme periyodu gibi 5-7 günlük kreatin yüklemelerinin, kısa sürede istenen hedefe ulaşması büyük oranda kreatinin hücre içerisine geçiş düzeyine bağlıdır (34). Kreatinin hücre içine girişini ve etkinliğini arttırmada kullanılan basit karbonhidratla birlikte yükleme yöntemi, yapılan araştırmalarda (15,16) performans artışına ve performans artışına sebep olabilecek vücut kompozisyonu değişimlerine olumlu katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle yalnızca kreatin yüklemesine göre karbonhidratla birlikte yükleme yönteminin daha etkili olabileceği ve kreatin çalışmalarında gözlenen çelişkili sonuçları ortadan kaldırabileceği düşünölmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı yalnızca kreatin ve karbonhidratla birlikte kreatin yükleme yöntemlerini, performans ve vücut kompozisyonu değerleri üzerinden karşılaştırmaktır.

Hipotez 1: 5 günlük yükleme periyodu sonunda grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası performansları arasında fark olacaktır.

Hipotez 2. 5 günlük yükleme periyodu sonunda grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası vücut ağırlıkları arasında fark olacaktır.

Hipotez 3: 5 günlük yükleme periyodu sonunda grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası vücut kompozisyonunu oluşturan VYY, YVK, TVS, HISY ve HDSY ölçüm değerleri arasında fark olmayacaktır.

1.2. Araştırmanın Önemi

Bugüne kadar yapılan kreatin çalışmalarının birçoğu yükleme dönemi sonrasında ortaya çıkan performans ve vücut kompozisyonu değişimleri için çelişkili sonuçlar vermektedir. Bu araştırma, kreatin yükleme periyodunun etkili olabilmesi için yükleme yöntemlerini karşılaştırmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, yeni çalışmalarda ya da sahada doğru kreatin yükleme yöntemi seçilerek bu ergojenik yardımcıdan maksimum fayda sağlanması mümkün olabilecektir. Ayrıca futbola özgü sprint ve yön değiştirmeli koşuları içeren 7x34,2m sprint testi, ilk defa kreatin yüklemesinin performans üzerinde meydana getirdiği değişimleri gözlemek amacıyla kullanılacaktır.

1.3. Sayıtlar

1. Bütün katılımcılar aynı koşullarda test edilmiş, saha koşullarının sabit kaldığı kabul edilmiştir.
2. Katılımcıların araştırma öncesi ergojenik yardımcı kullanmadıklarına dair beyanları doğru kabul edilmiştir.
3. Katılımcıların yükleme süresince aynı şiddet, hacim ve kapsamda antrenman yaptığı kabul edilmiştir.
4. Katılımcıların yükleme süresi boyunca benzer içerikli diyet uyguladığı kabul edilmiştir.
5. Katılımcıların yükleme periyodu boyunca kreatinin etkilerini azaltacak besin maddesi tüketmediği kabul edilmiştir.
6. Katılımcıların testlerde maksimum performans gösterdikleri kabul edilmiştir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. Kreatin

1835 yılında Fransız bilim adamı Chevreul tarafından keşfedilen kreatin (α -metil guanidin asetik asit, $C_4H_9N_3O_2$) nitrojenik amino asitler grubuna dahildir. Kreatin net pozitif yüke ve 131 dalton moleküler ağırlığa sahiptir (5). Kreatin bileşimini oluşturan negatif yüklü karboksil grup ve pozitif yüklü guanidin grup kreatine hidrofilik molekül özelliği kazandırır (2). Et ve balık gibi hayvansal ürünlerde diğer besin maddelerine göre daha fazla bulunan kreatin, benzeri besin maddelerinden hazır olarak alınabileceği gibi, endojen yoldan da sentezlenebilmektedir (3). Kreatinin endojen sentezi böbrek, pankreas ve büyük oranda karaciğerde gerçekleşir (33,35). Yetmiş kilogramlık birey baz alındığında günlük 2 gram kreatin gereksiniminin, 1 gramı tipik günlük diyetle, diğer 1 gramı ise endojen yoldan sentezlenerek karşılanmaktadır (36). Kreatin, karmaşık indirgenme süreçleri sonunda insan metabolizması tarafından kullanılmayan kreatinine dönüştürülerek, idrar yoluyla vücuttan uzaklaştırılır (2). Kreatin suplementasyonunun kreatin konsantrasyonuna etkisi ilk olarak 1926 yılında Chanutin tarafından yapılan insan deneylerine konu olmuştur (37).

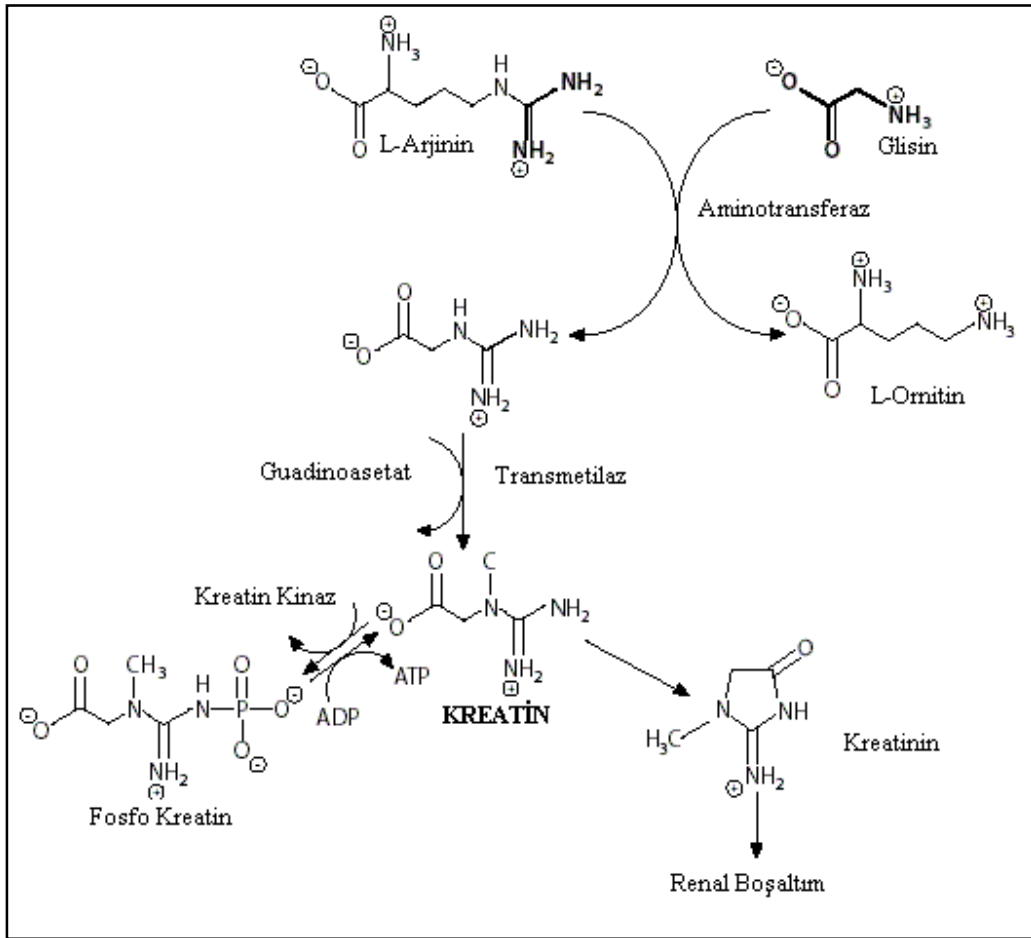
Egzersiz performansını arttırmak amacıyla kullanılan ergojenik yardımcıları arasında kreatin, günümüzde pazar payı en yüksek supplementlerdendir (3). Ergojenik yardımcı olarak saflaştırılmış kreatin genellikle pazarda toz ya da tablet şeklinde bulunmaktadır. Beyaz renge sahip olan toz formdaki kreatin sıvı içerisinde çözündürülerek kullanılmaktadır (38). Piyasada birçok çeşidi (kreatin sitrat, kreatin etil ester vb.) bulunmasına rağmen, 1 su molekülü ile birleştirilmiş olan kreatin (kreatin monohidrat), en yüksek pazar payına sahiptir.

Kreatinin yaygın kullanımı, yükleme periyodu ve idame periyodu olmak üzere iki aşamalıdır. Kreatin kullanımında birinci aşama olan yükleme döneminde, 5–7 gün

süreyile günlük 20-30g kreatin kullanılmaktadır (39). Yükleme döneminin amacı kreatin depolarını doldurarak, toplam kreatin havuzunu arttırmaktır. İdame periyodu ise yükleme periyodunu takiben 4 hafta ya da daha uzun süreli düşük doz kreatin kullanımını kapsayan dönemdir. Bu aşamada kullanıcılar yükleme döneminde oluşturdukları yüksek kreatin konsantrasyonunu korumayı amaçlar (33).

2.2. Kreatin Sentezi

Arjinin, metionin ve glisin, iki basamaklı kreatin sentezinin gerçekleşebilmesi için gerekli olan 3 amino asittir (41). Kreatinin oluşumunda ilk reaksiyon böbreklerde gerçekleşir. Arjinin-glisin amidinotransferaz (AGAT) enzimi, arjininin amidin grubunu glisine transfer ederek guadinoasetatın ortaya çıkmasına neden olur. AGAT, aynı zamanda reaksiyonun hızını belirleyen enzimdir. Ortaya çıkan guadinoasetat kan dolaşımı yoluyla karaciğere ulaşır. Karaciğerde S-adenozilmetionin, metil grubunu guadinoasetata transfer edilerek kreatin oluşumu gerçekleşir. Karaciğerde meydana gelen reaksiyonun katalizörü ise guanidinoasetat N-metil transferaz (GAMT) enzimidir (42). Kreatin sentezi şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Kreatin Sentezi (43).

2.3. Kreatin Havuzu

Yetmiş kilogramlık bireyin toplam kreatin havuzu yaklaşık 120 gram kadardır. Bu miktarın %95 kadarı iskelet kaslarında, geriye kalan %5'i ise beyin, karaciğer, böbrek ve testislerde bulunmaktadır. Bu nedenle, egzersiz performansı araştırmalarında toplam kreatin miktarından söz edilirken genellikle iskelet kasları dışındaki kreatin miktarı göz ardı edilir (3-5). Kreatinin kas içerisindeki miktarının ~%60'ını kreatinin fosforilasyona uğramış formu olan FK, ~%40'luk miktarını ise serbest kreatin oluşturur. Kreatinin iki farklı depo şeklinin toplam miktarı 'toplam kreatini' ifade eder (2).

Normal şartlar altında kreatinin plazma konsantrasyonu 50–100 $\mu\text{mol/L}$ 'dir. Ancak, 7 günlük kreatin yüklemesi kreatinin kas içi konsantrasyonunu %20–50 oranında arttırabilmektedir (44).

Kreatin havuzu ve metabolizması, toplam kas kitlesi, hormonal aktivite, kas içi kreatin konsantrasyonu ve böbrek fonksiyonlarından etkilenmektedir (45,46). Tiroid ve büyüme hormonları salınımı, ornitin miktarı, beslenme bozukluğu ve enzim aktivitesini etkileyen genetik farklılıklar gibi bireysel özellikler de kreatin metabolizmasını etkilemektedir (2). İskelet kasları kreatinin birincil depolama alanı olmasının yanında kreatinin, kreatinine en fazla dönüşüm (%0,017/gün) geçirdiği yerdir. Toplam kreatinin günde %1,1-2,6'sı iskelet kaslarında enzimatik reaksiyona bağlı olmadan kreatinine dönüşür. Bu miktar 70 kilogram ağırlığındaki bireyin günlük ihtiyacı olan yaklaşık 1,7-2g kreatin miktarı olarak hesaplanabilir (4,47,48). Endojen yolla sentezlenen ve ekzojen yoldan alınan günlük yaklaşık 2 gram kreatin, kreatin havuzunun korunmasını sağlar (47).

2.4. Kreatin Taşınımı

Plazma membranları kreatin ve FK difüzyonuna izin vermez. Başka bir deyişle kreatininin plazma membranından tek başına difüze olabilmesi mümkün değildir. Kreatinin plazma membranından kas içerisine geçişinin %90'ı KTP ile gerçekleşmektedir Sodyum bağımlı KTP, dopamin, gama-amino bütirik asit ve taurin ile yapısal benzerlik gösterir. KTP mRNA transkripsiyonları kreatin aktivitesi görülen, iskelet kasları, akciğerler, beyin, böbrek, pankreas, testis, yumurtalık, ince bağırsak, plasenta ve kolonda benzerlik gösterir (49).

Kreatin inhibisyonu için kullanılan kreatin analoglarından birisi olan β -guanidinopropiyonik asit kullanılarak yapılan çalışmaların çoğunluğunda azalan kreatin plazma konsantrasyonuna karşın, artan KTP sayısı ve aktivitesi gözlenmiştir (47). Hücre içi kreatin konsantrasyonunu azaltan ya da arttıran çalışmaların sonuçlarından yola çıkarak, KTP sayısının kreatin konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiği

sonucuna varılabilmektedir Kreatin alımına kronik adaptasyon gerçekleşmesi durumunda KTP sayısı değişmektedir. Görünen o ki kreatin difüzyonu, kreatinin plazma hacminin uzun süre yüksek kalması sonucu azalan KTP aktivitesi ile engellenmektedir (50). Loike ve diğ. (1986) kültürlenmiş miyositlerde yüksek kreatin konsantrasyonun kreatin difüzyonunu azalttığını belirtmişlerdir. Kreatin konsantrasyonunda meydana gelen azalmanın nedeni olarak KTP aktivitesinin azalmasını gösteren araştırmacılar, kreatinin taşıyıcı proteine afinitesinin değişmediğini ortaya koymuştur (51). Kreatin suplementasyonu sonunda perfüze edilen kalp kasında, kreatin taşınımının maksimum hızında düşüş gözlemleyen Boehm ve diğ. (2003) aynı zamanda plazma membranında KTP sayısının azaldığını belirtmiştir (52).

Hücre içi kreatin miktarı KTP aktivitesine bağlı kreatin miktarındaki değişimi etkileyen en belirgin faktördür (53). Akut kreatin yüklemeleri hücreler arası kreatin miktarında artış meydana getirmekte ve sonrasında saturasyon sağlanana kadar hücre içi kreatin miktarı yükselmektedir (4). KTP'nin saatler içerisinde gerçekleşen akut hareketleri hücre içi ve hücre dışı kreatin konsantrasyonundaki dalgalanmalara bağlıdır. Bununla birlikte sodyum bağımlı KTP aktivitesi hücre içerisine alınan sodyum miktarı ile doğru orantılıdır (54).

2.5. Kreatinin Etkileşime Girdiği Maddeler

Katekolaminler, tiroid hormonu, insülin benzeri büyüme faktörü 1 ve insülinin varlığı kreatinin hücre içerisine alımını arttırmaktadır (2). Bunların dışında β 2-adrenerjik reseptörlerini aktive eden noradrenalin, izoproterenol gibi katekolaminler ya da AMP-bağımlı yolları etkileyen klenbüterol gibi steroid benzeri hormonlar, kreatinin hücre içerisine alımını pozitif yönde etkilemektedir (54).

Yüksek glisemik indekse sahip karbonhidratlar ile birlikte alınan kreatin monohidratın, insülin kaynaklı nedenlerle kreatinin hücre içerisine alım hızını arttırdığı gözlenmiştir (14,15). Kan şekerinin düzenlenmesi ve hücre içerisnde besin maddelerinin taşınımını sağlayan insülin kreatin metabolizmasına etki etmektedir.

Karbonhidrat ya da protein içeriği yüksek olan bir öğünün ardından kan glikoz düzeyinin yükselmesi pankreasın beta hücrelerinden insülin salgılanmasına neden olur. Kandan dokulara glikoz ve amino asit geçişini sağlayan insülin, amino asit benzeri yapısıyla kreatinin de iskelet kasları içerisine taşınmasına yardımcı olmaktadır (19). Greenhaff ve diğ. (1997) yüksek glisemik indekse sahip karbonhidratlarla kombine edilerek alınan kreatinin, yalnız başına kreatin kullanımından daha etkili olduğunu açıklamışlardır (4).

Kreatin suplementasyonunun glikoz regülasyonu üzerinde gösterdiği etkiyi inceleyen glikoz+kreatin çalışmaları sonunda, glikoz ile alınan kreatinin egzersiz sonrasında glikoz depolarının yenilenmesinde pozitif etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (55). Kreatinin tek başına kullanımının da benzer sonuçlar vermesine rağmen karbonhidratlarla alınan kreatinin glikojen depolarının yenilenme kapasitesini arttırdığı gözlenmiştir (15). Alsever ve diğ. (1970) tarafından karbonhidrat yokluğunda yapılan in-vitro çalışmada, ortamda yüksek konsantrasyonda kreatin bulunması durumunda artan insülin sekresyonu görüldüğü belirtilmiş olmasına rağmen (56). insan çalışmalarında kreatinin yalnız başına insülin sekresyonunda herhangi bir değişime neden olmadığı belirtilmiştir (14,15). Son yıllarda yapılan bir çalışma teoride dışarıdan kreatin alımının atrofi sonrası rehabilitasyon döneminde kas GLUT-4 ekspresyonunda artışa neden olabileceğini ve buna bağlı olarak oksidatif ve taşıyıcı metabolizma proteinlerinin ekspresyonunda da artış meydana gelebileceğini öne sürmektedir (57). Buna karşın van Loon ve diğ. (2004) kreatin suplementasyonunun glikojen depolama kapasitesini arttırmak dışında kas GLUT-4 ekspresyonuna etki etmediği sonucuna varmıştır (58).

2.6. Kreatin Yükleme Yöntemleri

Kreatinin ergojenik etkilerinin gözlenebilmesi için suplementasyon sonunda ulaşılan kas içi artan kreatin miktarı 20mmol/kas üzerine ulaşmalıdır (59). Bu nedenle kreatin araştırmaları ışığı altında farklı yükleme ve idame periyotları (40), farklı içerikli kreatin karışımları (15) kreatinin etkinliğini arttırmak amacıyla sporcular ve araştırmacılar tarafından denenmektedir (40).

Ahmun ve diğ. (2005) altı gün süreyle 6g/gün kreatin kullanan rugby oyuncularının YVK'lerinde %0,4, pik kuvvet çıktısında ise %4,9 oranında artış gözlemlemişlerdir (60). Bir başka çalışmada Kreider ve diğ. (1978) 28 gün süresince 15,75g/gün kreatin kullanan amerikan futbolu oyuncularında bench pres ve skuat performansları ile YVK'lerinde artış meydana geldiğini belirtmektedirler (61). Kreatin çalışmalarının birçoğu sabit dozlar (4x5g/gün, 2g/gün) kullanılarak yapılmasına rağmen Hultman ve diğ. (1996) 5-6 gün süren yükleme dönemi sırasında VA'nın %0,3'ü kadar, idame periyodu süresince ise VA'nın %0,03'ü kadar kreatin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (33). Bu düşüncenin altında yatan sebep farklı VA'ya sahip bireylerin serum ve kas içi kreatin konsantrasyonlarının çeşitlilik gösterebileceğidir. Rölatif yükleme yöntemlerini kullanan Syrotuik ve Bell (2004) bu yükleme yöntemlerine rağmen bireylerin kreatin kas içi kreatin artış miktarlarında çeşitliliğin yüksek olduğunu bulmuşlardır. Karşılaştıkları çelişkili sonuçları, önceki araştırma sonuçlarına bakarak, bireylerin kreatin yüklemesine duyarlı ya da kreatin yüklemesine duyarsız olabileceği şeklinde açıklamışlardır (62).

Kreatinin etkinliğini arttırmada kullanılan bir diğ. yöntem ise kreatin kullanımı sırasında kreatinin hücre içerisine alımını kolaylaştıran insülin salınımını arttıran maddeler kullanmaktır. Green ve diğ. (1996) kreatinin, karbonhidratlar ile kombine edilerek kullanıldığında etkisinin yalnız başına kullanımından daha yüksek olduğunu belirtmiştir (15). Steenge ve diğ. (1998) protein ve karbonhidratın, kreatin tutulumu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, aynı gruba 4 farklı kombinasyonda kreatin kullandırmışlardır. Grup ilk kullanımda 5g karbonhidrat ile daha sonra sırasıyla, 50g

protein+47g karbonhidrat, 96g karbonhidrat, 50g karbonhidrat ile kreatini kombine etmiştir. Bu araştırma sonunda 50g protein+47g karbohidrat ile beraber alınan kreatinin artan insülin miktarına bağlı olarak kas içi kreatin konsantrasyonunu arttırdığı belirlenmiştir (14).

2.7. Kreatin ve Vücut Kompozisyonu

Kısa süreli kreatin yüklemelerinin (5–7 gün, 20–25 g/gün) ardından VA ve YVK’inde 0,7–1,6kg’lık artış meydana gelmektedir (25,63). YVK’de meydana gelen artışı, kreatinin su tutma özelliği ile bağdaştıran araştırmalarla beraber, protein dengesinin pozitif yönde etkilenmesi nedeniyle bu artışın gözlemlendiğini belirten araştırmaların sayısı da oldukça fazladır (25,64,65). Ziegenfuss ve diğ. (1998) 5 günlük kreatin yüklemesi sonucunda protein sentezinde oluşan artış ya da protein yıkımındaki azalma nedeniyle nitrojen düzeyinde artış olduğunu belirtmiştir (66). Ozmotik aktif yapıya sahip olması nedeniyle oral kreatin suplementasyonu, kreatin miktarını arttırmakla beraber vücutta su tutulumunu da arttırmaktadır. Bu nedenle günlük 20–25 gramlık kreatin yüklemesi 1 haftalık süre sonunda VA’nın artmasına neden olmaktadır (67). Parise ve diğ. (2001) akut kreatin yüklemelerinin VA’yı ve YVK’yi arttırdığını, ancak bu artışın tüm vücut ve kas protein sentezindeki artış yerine anti-katabolik aktivitedeki artışın neden olduğunu belirtmişlerdir (68). Bir başka açıdan Mesa’ya (2002) göre, kreatin alımı hücre içerisine giren sıvı miktarını arttırmakta ve burada sıvının tutulmasını sağlaması nedeniyle VA’nın artmasına sebep olmaktadır (5). Ziegenfuss ve diğ. (1998) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise 21g/gün kreatin kullanımının toplam vücut suyu yüzdesinde (TVSY) %2 (0,86L) oranında, hücre içi sıvı miktarında ise %0,8 oranında bir artış meydana gelmiştir. Aynı çalışmada hücre dışı sıvı miktarında da artış meydana gelmesine rağmen, fark istatistiksel olarak anlamsızdır (66). Flisinska ve Bojonowska (1996) ise kısa süreli (3-4gün) kreatin kullanımının erkeklerde protein yıkımını azalttığını, ancak protein sentez hızını arttırmadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada bayanlarda ise kısa süreli kreatin kullanımının protein metabolizması üzerine hiçbir etkisi gözlenmemiştir (69).

Kreatin supplementasyonunun miyozin ağır zinciri sentez hızını arttırdığı ve buna bağlı olarak kas fibril çapında artış meydana getirdiğine dair kanıtlar mevcuttur (70). Willougby ve Rosene (2001) direnç antrenmanlarıyla birlikte, 12 haftalık kreatin kullanımının, miyozin ağır zinciri izoformu mRNA ve protein ekspirasyonunda artış meydana getirdiğini göstermişlerdir. Araştırmacılar kreatin kullanımı sonucunda YVK'de meydana gelen artışın miyozin ağır zinciri sentezindeki artıştan kaynaklandığı sonucuna varmışlardır (71).

2.8. Kreatin ve Egzersiz

İskelet kaslarının kontraksiyonu için gerekli enerji ATP'nin ADP ve inorganik fosfata parçalanması (Pi) ile sağlanır. Yüksek şiddetli aktiviteler söz konusu olduğunda kas dokusunda hazır bulunan ~24mmol ATP oldukça sınırlı kaynak oluşturur. Maksimum egzersiz sırasında hazır ATP miktarı yaklaşık 1–2 saniye süresince gerekli enerjiyi sağlayabilmektedir (72). Bu nedenle ADP'nin yeniden fosforilasyonu için gerekli FK'nin hücre içi konsantrasyonu, yüksek şiddetli, kısa süreli ve tekrarlı egzersizlerde hızlı biyoenerjetik sistemin yenilenebilmesi ve devamlılığı için önemlidir (73,74).

FK enerji gereksinimi olduğu hallerde parçalanarak ortamda artış gösteren ADP moleküllerinden yeniden ATP sentezlenebilmesini sağlamaktadır. FK bileşiğinin oluşumu ya da ayrışımı CK reaksiyonu ile gerçekleştirilir (75) CK'nin başlıca rolü FK ve kreatin, arasında iki yönlü reaksiyon ($PCr^{2-} + MgADP^{1-} + H^+ \leftrightarrow MgATP^{2-} + Cr$) gerçekleştirerek ATP rezervlerinin enerji gereksinimi doğrultusunda düzenlenmesini sağlamaktır (6).

ATP sentezi sırasında açığa çıkan serbest kreatin yeniden fosforlanmak üzere mitokondrial membrandan difüze olur. FK'nın yeniden oluşumu için kreatin, mitokondrial kreatin kinaz ve ATP gereklidir. Oluşan FK mitokondrial membrandan tekrar sitozole geçerek ATP üretimine katkı sağlayabilmek amacıyla miyozin başına

yakınlaşır (5,53) Plazma membranından iskelet kaslarına geçen kreatinin yaklaşık %65'i sarkoplazmada CK enzimi yardımıyla fosforlanarak ATP ihtiyacı söz konusu olduğunda kullanılmak üzere FK'ye dönüştürülür (34). FK, ATP'den daha hızlı sentezlenebilmesine karşın yüksek şiddetli aktivitenin gereksinimi olan ATP miktarı genelde fosfojen sistemin kapasitesinin üzerine çıkar. Ancak fosfojen sistem diğer enerji sistemlerinin maksimal etkinliğe ulaşabilmeleri için gereken zamanın karşılanmasına yardımcı olur (76,77).

Kreatin daha çok anaerobik metabolizmaya dayalı spor branşlarıyla uğraşan sporcu kitlesi tarafından kas kuvveti, güç, kas kitlesi, tekrarlı sprint performansı gibi çıktıları artırmak amacıyla kullanılmaktadır (78). Belki de literatürde en çok rastlanan bulgu kreatinin direnç antrenmanlarıyla beraber kullanılması sonucu yağsız kas kitlesinde, maksimal kuvvette ve ağırlık kaldırma performansında anlamlı artışa sebep olmasıdır (79). Bu nedenle, kreatin araştırmalarının büyük bir bölümü test protokolü içerisinde ağırlık antrenmanları, sıçramalar, sprintler ya da Wingate bisiklet testi protokolü gibi anaerobik tabanlı egzersizler bulundurmaktadır. Araştırmalarda farklı sonuçlara rastlanmasına rağmen kreatin araştırmalarının birçoğunda performansın pozitif yönde geliştiği ortaya çıkmıştır (80). Volek ve diğ. (1999) 12 haftalık kreatin kullanımını kapsayan çalışmada ilk hafta sonunda skuat ve bench press egzersizinde %4'lük artış olduğunu belirtmişlerdir. Placebo grubu ise skuat egzersiz performansı %15 düşüş gösterirken bench press egzersizinde performans %4 oranında artış göstermiştir. Çalışma sonunda ise kreatin kullanan sporcularda hem skuat egzersizinde (%32) hem de bench press egzersiz performansında (%24) belirgin artış meydana gelmiştir. Bu oranlar 12 hafta sonunda placebo grubunda %24 ve %16 düzeyinde kalmıştır (70). Kreatin kullanımı Wingate bisiklet testi ile yapılan ölçümlerde pik ve ortalama güç (W) çıktılarında, pik güce ulaşma zamanında ve toplam iş kapasitesinde (J) artış meydana getirmektedir (3) Volek ve diğ. (2004) tarafından yapılan bir başka çalışmada haftada 5 gün, 4 hafta süresince aşırıya tamlama protokolü uygulanarak egzersiz yaptırılan gruptaki bireylerde protein sentez hızı artmış ya da protein yıkım hızı azalmıştır. Bazı katılımcılarda ise her ikisi birlikte gözlenmiştir (81). Protein metabolizmasındaki

değişimler kas fibril boyutunu büyütürken, VA ve YVK'de artış meydana getirmektedir. Yüksek şiddetli, kısa süreli egzersizlerde meydana gelen performans artışına sebep olan antropometrik ve fizyolojik değişimlerin birçoğu ATP'nin yeniden sentezlenme olanağını arttıran FK depolarındaki büyüme ile ilişkilendirilebilir (82).

2.9. Kreatin ve Futbol

Takım sporu ile uğraşan sporcular maç ya da antrenman süresince, süresi ve dinlenme aralığı belli olmayan birçok yüksek şiddetli aktivitede bulunmak durumundadırlar. Sprintler, sıçramalar gibi aktiviteler sonrasında toparlanmak ve bir sonraki aktivitede tekrar maksimum performansı sergileyebilmek takım sporları için sonucun belirlenmesinde önemli role sahiptir (83). Kısa süreli, yüksek şiddetli ve tekrarlayan egzersizler homeostatik dengenin bozulmasına neden olan birçok faktör yaratmaktadır. Bu faktörler arasında, azalan yüksek enerjili fosfojenler (ATP, FK) ve istenmeyen metabolitlerin (laktik asit, serbest radikaller) ortaya çıkması yorgunluk ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Kreatin kullanımı bu doğrultuda azalan fosfojen miktarını arttırabildiği gibi, diğer yandan da artan hidrojen iyonu miktarının da kontrol altında tutulmasına yardımcı olabilmektedir (9).

Futbolun fiziksel dayanaklarına bakılacak olursa oyun içerisinde futbolcuların sıklıkla yüksek güç çıktısı gerektiren aktiviteler ile karşılaştıkları görülebilir. Futbolcular 90 dakikalık oyun periyodu içerisinde 2-3 saniyelik dinlenme süreleri ile bu aktiviteleri çok sayıda tekrarlamak zorunda kalabilmektedirler (84). Maç süresince futbolcuların karşı karşıya kaldıkları egzersiz şiddeti laktat eşiğine yakın ve zaman zaman maksimum kalp atım hızının %80-90'ı kadardır (85). Anaerobik enerji metabolizma için oldukça stres yaratan bu oyunda sergilenen tekrarlı sprintler, sıçramalar, şutlar, paslar, dönüşler gibi patlayıcı güç gerektiren aktivitelerin başarılı biçimde uygulanabilmesi maç sonu performansı için oldukça önemlidir (86).

Kreatinin kullanım amaçları ile futbolun fizyolojik gereksinimleri arasında bağ oluşturan birçok parametre olduğu açıktır. Özellikle futbol içerisinde anaerobik metabolizmaya hitap eden tekrarlı sprint koşular ve sıçramalar, kreatinin futbol performansı üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar içerisinde sıklıkla yer alır (29). Ostojic (2004) kısa süreli kreatin yüklemesi (30g/gün, 7gün) ardından genç (16,6±1,9yaş) futbolcuların yükleme öncesi ve sonrası 20m mekik koşuları (%18,6) ve sıçrama yüksekliği ortalamalarında (%10,8) belirgin fark ortaya çıktığını belirtmiştir (87). Mujika ve diğ. (2000) antrenmanlı futbol oyuncularında 6 günlük (20g/gün) kreatin yüklemesi sonunda çoklu bileşenden oluşan (sprint, sıçrama, dayanıklılık) performans testlerinde kreatin grubunun plasebo grubuna göre sprint ortalamalarında %2,1 oranında daha iyi zaman yakaladıklarını belirtmiştir (29).

Bosco ve diğ. (1997) statik ve aktif sıçrama pik ve ortalama güç değerlerinde kreatin kullanımı sonucu artış meydana geldiğini gözlemlemiştir (31). Aktif ve Skuat sıçrama egzersizlerini geliştirmeğe yönelik 6 haftalık direnç antrenmanlarıyla birlikte kreatin kullanan grubun pik güç ve yükseklik ortalamaları plasebo grubuyla karşılaştırıldığında belirgin derecede artış göstermiştir (88). Izquierdo ve diğ. (2002) kreatinin güç dayanıklılık, yorgunluk ve sprint performansı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 5 günlük kreatin (20g/gün) kullanımının aktif sıçrama güç/zaman değerlerini pozitif yönde etkilediğini, ayrıca 5m'lik tekrarlı sprint ortalamalarının da geliştiğini kaydetmiştir (27). Kreatinin sprint performansına yönelik etkilerini inceleyen bir diğer çalışmada Cox ve diğ. (2002) elit futbolcuların, 6 günlük (5g x 4/gün) kreatin kullanımı sonucunda, futbol becerilerini kapsayan test protokolü içerisindeki tekrarlı sprint zamanlarının gelişim gösterdiğini belirtmiştir (40). Yapılan araştırmalardan yola çıkarak kreatin kullanımının futbol performansı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir.

BÖLÜM III YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmanın katılımcı grubunu, futbol branşında aktif olarak spor yapan, U-18 (18 yaş altı) kategorisinde müsabakalara iştirak eden ve antrenman yaşları ($6\pm 0,8$ yıl) benzer 21 erkek sporcu (VA= $65,4\pm 5$ kg, Yaş= $17\pm 0,2$ yıl) oluşturmaktadır. Sporcular hayatları boyunca performans arttırmaya yönelik herhangi bir sentetik besin destek maddesini kullanmadıklarını sözlü olarak bildirmişlerdir. Katılımcılar araştırma süresince özel hazırlık döneminde olup haftada 5 gün futbol antrenmanı ile birlikte 3 gün kuvvet ve çabuk kuvvete yönelik antrenman programı uygulamaktadır. Katılımcılar araştırma hakkında bilgilendirildikten ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Komitesi tarafından onaylanmış bilgilendirilmiş onam formunu (ek1) okuyup, imzaladıktan sonra araştırmaya dâhil edilmişlerdir. Gruplara ait tanımlayıcı bilgiler tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Gruplara ait tanımlayıcı bilgiler (Yük-ön)

GRUPLAR	n	Boy (cm)	Vücut ağırlığı (kg)	Yaş (yıl)	Spor yaşı (yıl)
		$\bar{x} \pm Ss$			
KG	7	172,1 \pm 6,9	65,9 \pm 4	17 \pm 0,2	6,1 \pm 0,89
KT	7	171,1 \pm 8,0	65,5 \pm 5,3	17 \pm 0,4	5,8 \pm 0,89
P	7	170,1 \pm 6,3	64,8 \pm 6,1	17 \pm 0,1	6,3 \pm 0,81

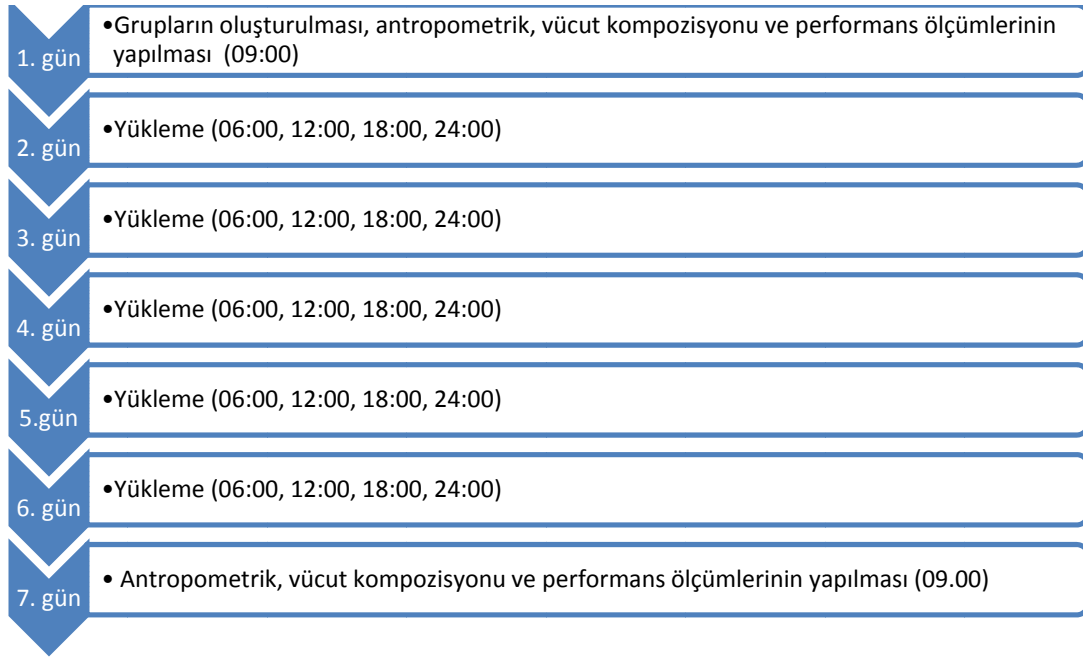
3.2. Araştırma Sahası

Araştırma protokolü içerisinde bulunan tüm ölçümler Türk Telekom Futbol Takımı Tesislerinde yapılmıştır. Performans testleri içerisinde yer alan 7x34,2 metrelik sprint testi (89) çim sahada, antropometrik ölçümler ve sıçrama testi (90) tesisler içerisinde yer alan diğer sert zeminli alanlarda yapılmıştır. Araştırmada kullanılacak

kreatin, glikoz şurubu, tatlandırıcı içerikli sıvılar Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Performans Laboratuvarı'nda hazırlanmıştır.

3.3. Araştırma Tasarımı

Katılımcılar antropometrik ölçümler sonrası plasebo (P), kreatin monohidrat + tatlandırıcı (KT), kreatin monohidrat + glikoz şurubu (KG) olmak üzere 3 gruba rastgele (n=7) ayrılmıştır. Araştırma tek-kör olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle araştırma süresince kullandıkları karışımların içeriği katılımcılardan gizli tutulmuştur. 7 gün sürecek araştırma süresi boyunca katılımcılar 1. günde antropometrik ve vücut kompozisyonu ölçümleri ile birlikte çoklu aktif sıçrama ve sprint koşu testlerine tabi tutulmuştur. 2-6. günlerde, kontrol grubu dışındaki iki gruba farklı yöntemlerle kreatin yüklemesi yapılarak, 7. günde 1. gün yapılan antropometrik ve vücut kompozisyonu ölçümleri ile beraber, aynı egzersizleri kapsayan performans testleri aynen uygulanmıştır. Araştırmada yer alan performans testleri maksimum performans gösterilerek tamamlanmaya yönelik testlerdir. Bu nedenle, katılımcılar araştırma süresince karşılaştıkları testlerin niteliği, nasıl uygulanacağı konusunda bilgilendirilmiştir. Bununla birlikte katılımcılar araştırma süresince kreatin etkileşimi nedeniyle yüksek miktarda kafein tüketmemeleri ve uyku, beslenme alışkanlıklarında değişim yapmamaları konusunda sözlü olarak uyarılmıştır. Araştırmaya ait çalışma planını gösteren şema şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmaya ait çalışma planı.

3.4. Antropometri ve Vücut Kompozisyonu Ölçümleri

Boy uzunluğu, katılımcı anatomik duruşta iken, inspirasyon aşamasında, baş frontal düzlemde ve baş üstü tablası verteks noktasına değecek şekilde yerleştirilerek santimetre cinsinden alınmıştır (SECA, Almanya). VA ise, katılımcı spor kıyafeti ile ayakkabısız olarak baskül (SECA / Almanya) üzerinde anatomik duruşta iken kilogram cinsinden alınmıştır. Katılımcıların VYY ve YVK'leri aynı zamanda vücut sıvıları ile ilgili veriler, biyoelektrik impedans analiz cihazı (Bodystat 4000, British Isles) kullanılarak toplanmıştır.

Biyoelektrik impedans cihazına ait 4 elektrot bulunmaktadır Bu elektrotlardan ikisi negatif ikisi pozitif kutupludur. Üst ekstremité için olan elektrotlardan birincisi (negatif) sağ el bileğindeki unlar baş hizasına diğeri (Pozitif) ise sağ 3. metakarpofalangeal eklemin proksimaline yerleştirilmiştir. Alt ekstremité için olan elektrotlardan birincisi (negaif) sağ ayak bileğinde, medial ve lateral malleolar arasına

(ön kısımdan) yerleştirilmiştir. Son elektrot (pozitif) ise 3. metatarsophalangeal eklemin hemen proksimaline yerleştirilmiştir. Elektrotların yerleştirilmesine ilişkin resim aşağıda verilmiştir. Ölçüm yapılırken katılımcı yalıtkan yüzey üzerine sırtüstü pozisyonda uzanmıştır. BİA ölçümleri sabah saat 9'da kahvaltıdan yaklaşık 2 saat sonra yapılmıştır.



Şekil 3.2. BİA elektrotlarının yerleştirilmesi.

3.5. Kreatin Monohidrat Yükleme Yöntemleri

KG grubuna 5 g kreatine monohidrat (GNC®) ve %93 kuru madde (dekstrin ve sakkarit) içerikli 33g glikoz şurubu 100ml su (Erikli®) içerisinde çözündürülerek kullanılmıştır (30). KT grubuna aynı miktarda kreatin monohidrat + 2 tablet kalori içermeyen tatlandırıcı 100ml su içerisinde çözündürülerek kullanılmıştır. Plasebo grubuna ise 2 tablet tatlandırıcı (Splenda®) 100ml su içerisinde çözündürülerek kullanılmıştır. Katılımcılar belirtilen miktarlardaki karışımları günde 4 defa (6 saat arayla), 5 gün süresince kullanmışlardır. Araştırmada kullanılan kreatin monohidrat ve glikoz şurubu miktarları AND-GF600 marka (Japonya) elektronik hasas tartı ile belirlenmiştir.

3.6. Tekrarlı Sıçrama Testi

Her katılımcı sıçrama testinden önce verilen 30dk ısınma süresince standart ısınma protokolü (Tablo 3.2.) ile ısınmıştır. Katılımcıların dikey sıçrama performansları ise çoklu (10x Aktif sıçrama) sıçrama testi (90) ile ölçülmüştür. Bu testte katılımcılardan

60 saniye boyunca her 6 saniyede sesli uyarı ile aktif sıçrama yapmaları istenmiş test, 1 dakika sonunda (10 sıçrama) sonlandırılmıştır. Sıçrama testi her katılımcı için tek sefer yapılmış, test öncesinde deneme yapılmamıştır. Sıçrama testlerinin verileri 0,001 saniye hassasiyetle ölçüm yapabilen Newtest™ (Finlandiya) marka sıçrama matı ve göstergeden oluşan donanım ile toplanmıştır. Katılımcıların sıçrama yükseklikleri $\frac{1}{2} g(t/2)^2$ ($g = 9,81$, $t =$ havada kalış süresi) formülü ile hesaplanmıştır.

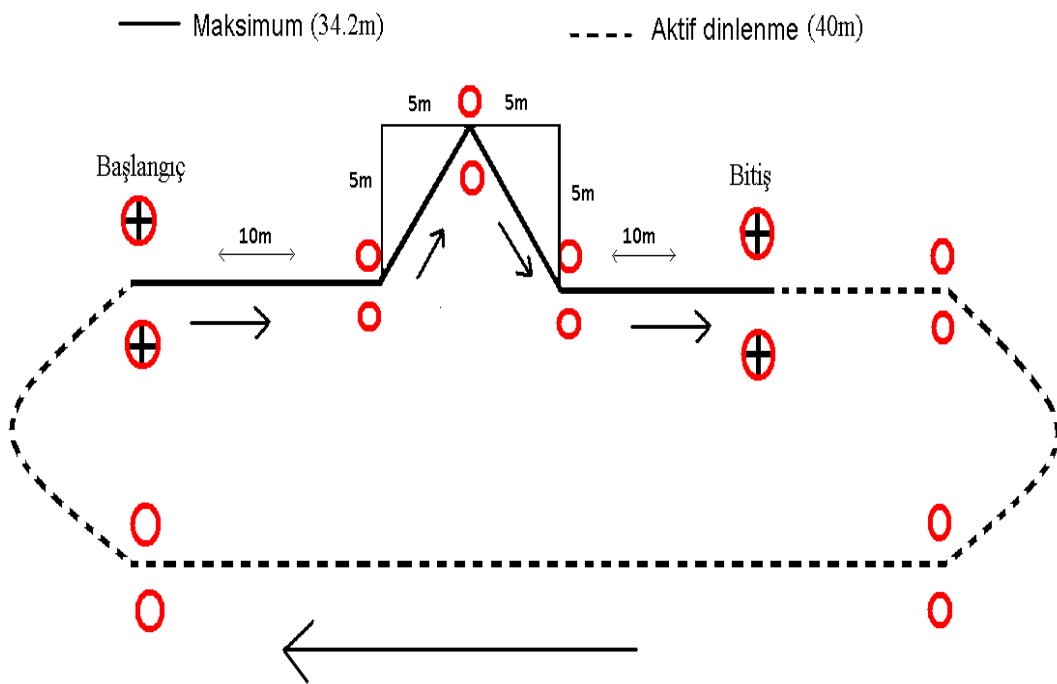
Tablo 3.2. Katılımcıların ısınma protokolü.

Isınma	
Süre	Egzersiz
10dk.	Joging
5dk.	Üst ekstremiteler ısınma
10dk.	5x2 Futbol oyunu
5dk.	Genel esnetme

3.7. Tekrarlı Sprint Testi

Katılımcıların süratte devamlılığı ve sprintler arasındaki toparlanma özelliği 7x34,2m sprint testi (95) ile değerlendirilmiştir. Ölçümle belirlenen 34,2 metrelik parkurun başlangıç ve bitiş noktalarına katılımcıların koşu zamanlarını 0,001sn hassasiyetle ölçebilecek iki kapılı, fotoselli elektronik kronometre sistemi (Newtest, Finlandiya) yerleştirilmiştir. Sprint başlangıç noktaları her katılımcının öndeki bacağı başlangıç fotoselinin 1m gerisine çizilen çizgiye basmış, deparlense alacak pozisyonda hazırlanmıştır. Sprintler arasında 25 saniye (40m) aktif toparlanma (jogging) süresi verilmiştir. Katılımcılara 5,10,15,20. saniyelerde sesli komut verilerek 23–24. saniyede çıkış kapısının önünde olmaları sağlanmıştır. Tekrarlı sprint testi içerisinde yer alan yön değiştirmeli koşuların yönü öğrenme etkisini azaltmak amacıyla rastgele değiştirilmiştir.

Bu test her katılımcı için tek tekrar yapılmış ve bu testin sonucunda her sprint için ayrı ve tüm sprintleri kapsayan ortalama sprint süreleri hesaplanmıştır. Katılımcılar nabızları kalp atım rezervlerinin %45-50'sinde iken teste alınmıştır. Katılımcıların kalp atım rezervinin hesaplanması için gerekli dinlenik kalp atım hızları, gece uykusundan hemen sonra kalp atım hızı monitörü (Polar®, Finlandiya) ile ölçülmüştür. Tekrarlı sprint testi için hazırlanan parkur şeması şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Tekrarlı sprint testi parkuru.

3.8. İstatistiksel Analiz

Ölçümlerden elde edilen veriler Sigmaplot 11 istatistik paket yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Grupların yüklenme öncesi ve sonrası değerleri ayrıca iki ölçüm sonuçları arasında oluşan farklar Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi ile karşılaştırılmıştır. Gruplar arası fark bulunması durumunda ise ikişerli karşılaştırmalar

Mann Whitney U testi kullanılarak yapılmıştır. İkili karşılaştırmaların 'p' değeri, Bonferroni Düzeltmesi yapıldıktan sonra ' α ' yanılma düzeyi ile karşılaştırılmıştır. Yükleme öncesi ve sonrası grup değerlerinin kendi içlerinde karşılaştırılması ise Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile yapılmıştır. Tüm ölçümlerde ' α ' 0,05 olarak belirlenmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümünde kreatin yükleme yöntemlerinin anaerobik egzersiz performansı, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan ölçümlerin bulguları sunulmuştur.

4.1. Performans Parametrelerine Ait Bulgular

Grupların ortalama sprint zamanları ve istatistiksel karşılaştırmaları tablo 4.1.'de verilmiştir.

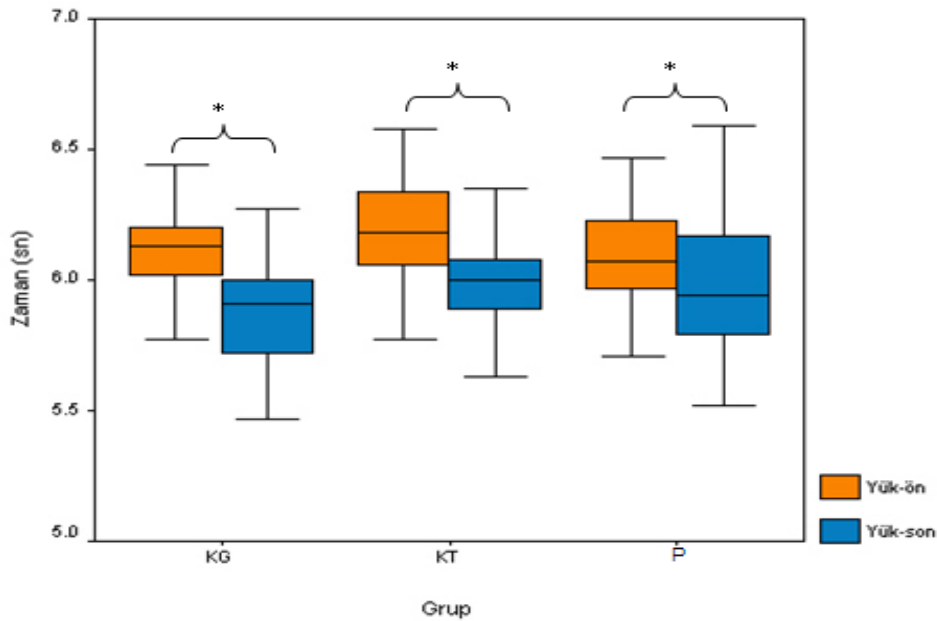
Tablo 4.1. Grupların ortalama sprint zamanları.

Ortalama Sprint Zamanları (sn)						
Araştırma Grupları	n	Yük-ön	Yük-son	Yük-ön – Yük-son	T değeri	p değeri
		$\bar{x} \pm Ss$				
KG	7	6,1±0,15	5,86±0,18	-0,24±0,18	19	<0,001
KT	7	6,19±0,2	6,01±0,24	-0,17±0,27	118,5	<0,001
P	7	6,08±0,19	5,98±0,25	-0,09±0,25	156,5	0,019
KW değeri		9,541	11,194	11,386		
p değeri		0,008	0,004	0,003		

Kruskall Wallis Varyans Analizi ile yapılan karşılaştırmalarda grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası ortalama sprint zamanlarının anlamlı ölçüde farklı olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1, $p < 0,05$). Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U Testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar ile yükleme öncesinde KT grubunun ortalama sprint zamanının, P grubununkinden daha fazla olduğu; yükleme sonrasında ise KG grubunun ortalama sprint zamanının KT ve P gruplarınınkinden daha az olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1, $p < 0,016$).

Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Tesiti ile yapılan grup içi karşılaştırmalar sonucunda, tüm grupların ortalama sprint zamanlarının yükleme sonrasında anlamlı ölçüde azaldığı bulunmuştur (Tablo 4.1, $p < 0,05$). Kruskal Wallis Varyans Analizi ile grupların ortalama sprint zamanlarında meydana gelen değişimler karşılaştırılmış ve grupların ortalama sprint zamanlarındaki değişim düzeylerinin farklı olduğu bulunmuştur (tablo 4.1, $p < 0,05$). Yapılan ikili karşılaştırmalarda KG grubunun ortalama sprint zamanının, P grubununkine göre daha fazla geliştiği bulunmuş ($p < 0,016$), diğer grupların ortalama sprint zamanları arasında herhangi bir farka rastlanmamıştır ($p > 0,016$). Grupların ortalama sprint zamanları karşılaştırmaları Grafik 4.1'de verilmiştir.

Grafik 4.1. Grupların ortalama sprint zamanları ($*p < 0,05$).



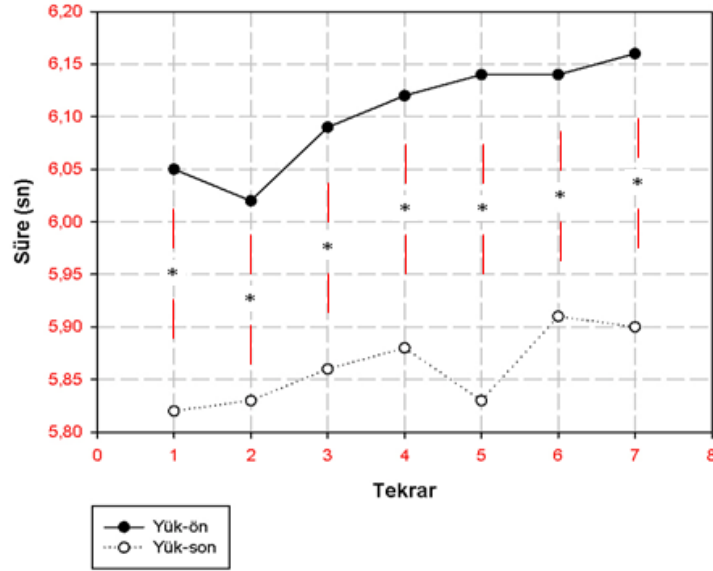
Grupların sprint tekrar zamanları ve istatistiksel karşılaştırmaları tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Grupların sprint tekrar zamanları.

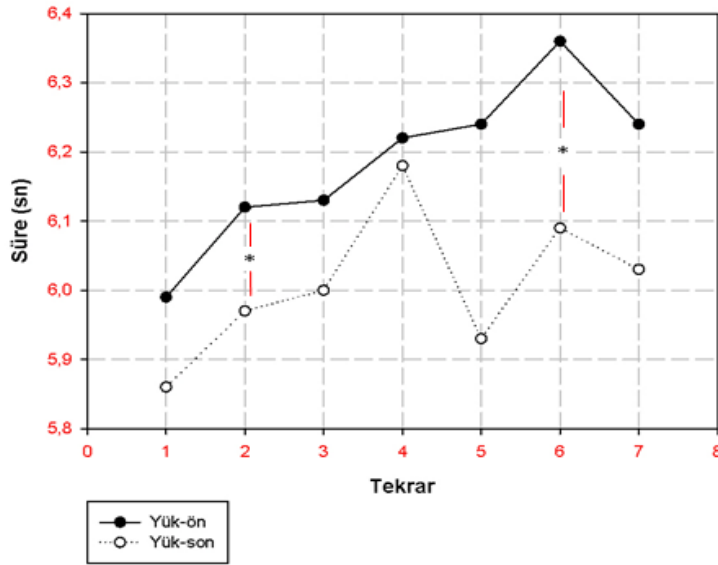
Sprint Tekrarı	Sprint Tekrar Zamanları (sn)								
	KG			KT			P		
	Yük-ön	Yük-son	p değeri	Yük-ön	Yük-son	p değeri	Yük-ön	Yük-son	p değeri
	$\bar{x}\pm Ss$			$\bar{x}\pm Ss$			$\bar{x}\pm Ss$		
1	6,05±0,20	5,82±0,26	0,031	5,99±0,22	5,86±0,12	0,188	6,01±0,15	5,94±0,32	0,563
2	6,02±0,14	5,83±0,18	0,031	6,12±0,13	5,97±0,13	0,031	5,97±0,21	5,90±0,29	0,438
3	6,09±0,08	5,86±0,21	0,016	6,13±0,21	6,00±0,25	0,438	6,05±0,20	5,92±0,23	0,219
4	6,12±0,16	5,88±0,12	0,031	6,22±0,13	6,18±0,30	0,688	6,11±0,17	6,01±0,23	0,813
5	6,14±0,10	5,83±0,19	0,016	6,24±0,17	5,93±0,39	0,156	6,10±0,11	6,01±0,25	0,438
6	6,14±0,19	5,91±0,11	0,031	6,36±0,15	6,09±0,19	0,031	6,07±0,17	6,06±0,23	1
7	6,16±0,14	5,90±0,20	0,031	6,24±0,24	6,03±0,16	0,063	6,25±0,22	6,04±0,25	0,313

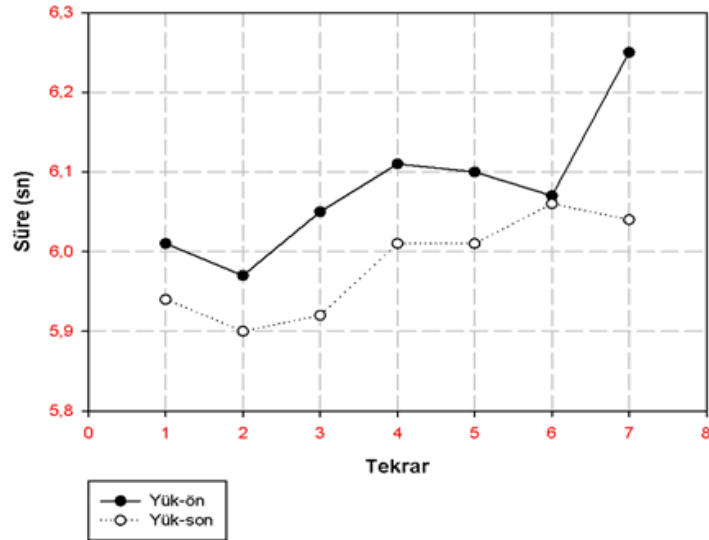
Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile yapılan grup içi karşılaştırmalar sonucunda KG grubunun tüm yükleme sonrası sprint tekrar zamanlarının yükleme öncesininkine göre daha az olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2, $p<0,05$). KT grubunun 2. ve 6. sprint tekrar zamanının daha az olduğu (Tablo 4.2, $p<0,05$) bulunmuş, P grubunun sprint tekrar zamanlarında ise anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.2, $p<0,05$). Grupların sprint tekrar zamanları Grafik 4.2, 4,3 ve 4,4’de verilmiştir.

Grafik 4.2. KG grubuna ait sprint tekrar zamanları (* $p < 0,05$).



Grafik 4.3. KT grubuna ait sprint tekrar zamanları (* $p < 0,05$).



Grafik 4.4. P grubuna ait sprint tekrar zamanları (* $p < 0,05$).

Grupların ortalama sıçrama yükseklikleri ve istatistiksel karşılaştırmaları tablo 4.3 'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Grupların ortalama sıçrama yüksekliği.

Ortalama Sıçrama Yükseklikleri (m)						
Araştırma Grupları	n	Yük-ön	Yük-son	Yük-ön - Yük-son	T değeri	p değeri
		$\bar{x} \pm Ss$				
KG	7	0,38±0,04	0,39±0,03	0,019±0,02	631	<0,001
KT	7	0,35 ±0,05	0,36±0,04	0,018±0,01	218	<0,001
P	7	0,34 ±0,03	0,35±0,03	0,015±0,01	1201	0,810
KW değeri		16,53	6,629	23,035		
p değeri		<0,001	0,036	<0,001		

Kruskall Wallis Varyans Analizi ile yapılan karşılaştırmalarda grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası ortalama sıçrama yüksekliklerinin anlamlı ölçüde farklı olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3, $p < 0,05$). Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U Testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar ile yükleme öncesinde KG grubunun ortalama sıçrama

yüksekliğinin, KT ve P gruplarınınkinden daha fazla olduğu; yükleme sonrasında ise yine KG grubunun ortalama sıçrama yüksekliğinin KT ve P gruplarınınkinden daha fazla olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3, $p<0,016$).

Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile yapılan grup içi karşılaştırmalar sonucunda, KG ve KT gruplarının ortalama sıçrama yüksekliklerinin yükleme sonrasında anlamlı ölçüde arttığı bulunmuştur (Tablo 4.3, $p<0,05$). Kruskal Wallis Varyans Analizi ile grupların ortalama sıçrama yüksekliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiş ve grupların ortalama sıçrama yüksekliklerindeki değişim düzeylerinin farklı olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3, $p<0,05$). Yapılan ikili karşılaştırmalarda KG grubunun ortalama sıçrama yüksekliğinin, KT grubununkine göre KT grubununkinden ise P grubuna göre daha fazla geliştiği bulunmuştur ($p<0,016$). KG ve P gruplarının ortalama sıçrama yüksekliği değişimleri arasında fark bulunmamıştır. ($p>0,016$).

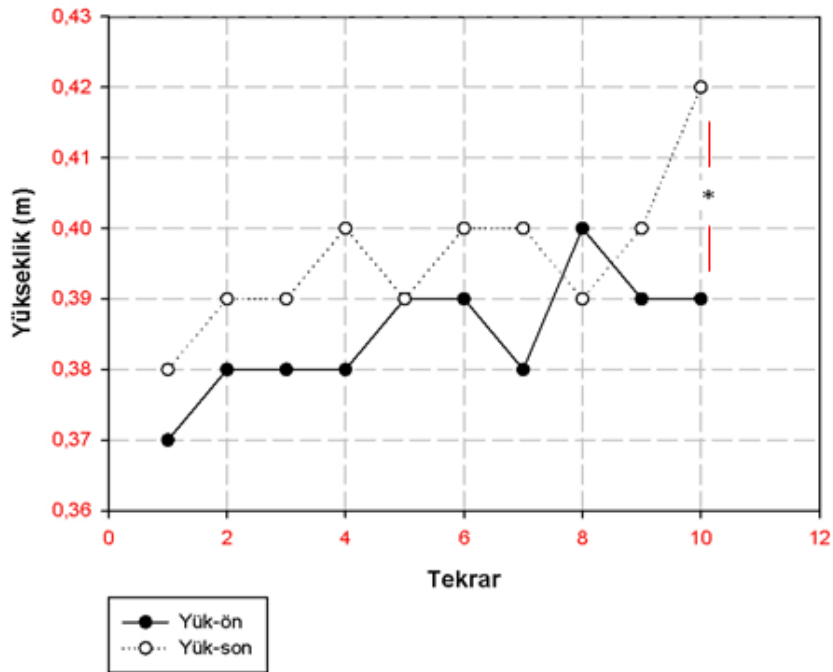
Grupların sprint tekrar zamanları ve istatistiksel karşılaştırmaları tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Grupların sıçrama tekrar yükseklikleri.

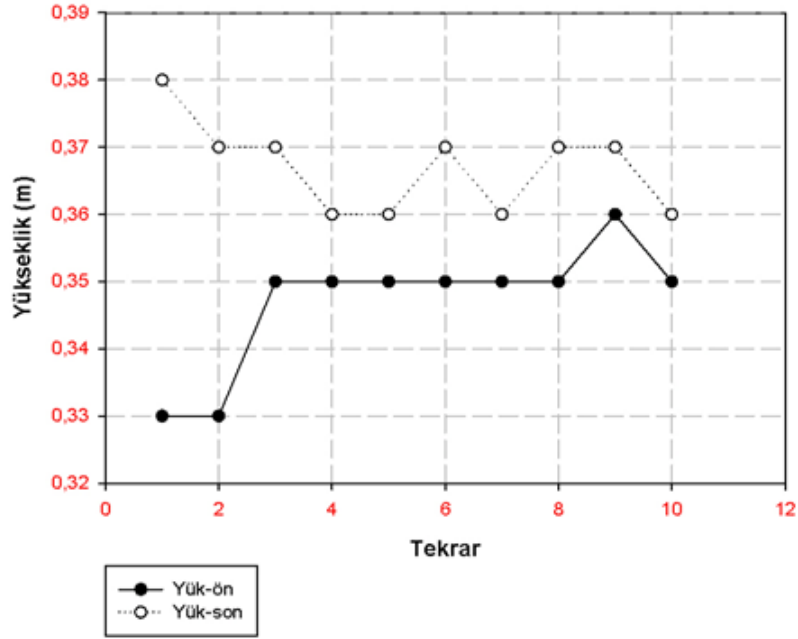
Sıçrama Tekrarı	Sıçrama Tekrar Yükseklikleri (sn)								
	KG			KT			P		
	Yük-ön	Yük-son	p değeri	Yük-ön	Yük-son	p değeri	Yük-ön	Yük-son	p değeri
	$\bar{X} \pm Ss$			$\bar{X} \pm Ss$			$\bar{X} \pm Ss$		
1	0,37±0,05	0,38±0,06	0,578	0,33±0,05	0,38±0,05	0,469	0,34±0,05	0,36±0,03	0,219
2	0,38±0,05	0,39±0,03	0,156	0,33±0,04	0,37±0,04	0,578	0,35±0,05	0,36±0,04	0,031
3	0,38±0,04	0,39±0,04	0,219	0,35±0,03	0,37±0,04	0,469	0,35±0,06	0,36±0,03	0,375
4	0,38±0,04	0,4±0,04	0,078	0,35±0,03	0,36±0,03	0,641	0,36±0,06	0,35±0,03	0,813
5	0,39±0,04	0,39±0,03	0,297	0,35±0,03	0,36±0,05	0,195	0,37±0,06	0,36±0,04	0,813
6	0,39±0,05	0,4±0,04	0,469	0,35±0,04	0,37±0,05	0,641	0,36±0,05	0,36±0,04	0,469
7	0,38±0,04	0,4±0,04	0,297	0,35±0,05	0,36±0,05	0,945	0,37±0,06	0,35±0,03	0,938
8	0,4±0,04	0,39±0,04	0,578	0,35±0,04	0,37±0,05	0,25	0,36±0,05	0,36±0,04	0,469
9	0,39±0,04	0,4±0,06	0,375	0,36±0,05	0,37±0,05	0,313	0,35±0,06	0,36±0,05	0,938
10	0,39±0,04	0,42±0,05	0,03	0,35±0,04	0,36±0,04	0,742	0,36±0,05	0,36±0,04	0,469

Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile yapılan grup içi karşılaştırmalar sonucunda KG grubunun 10. ve P grubunun 2. sıçrama tekrar yüksekliğinin yükleme öncesininkine göre daha fazla olduğu (Tablo 4.4, $p<0,05$) bulunmuştur. KT grubunun ortalama sıçrama yükseklikleri arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.4, $p<0,05$). Grupların sprint tekrar zamanları Grafik 4.5,4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

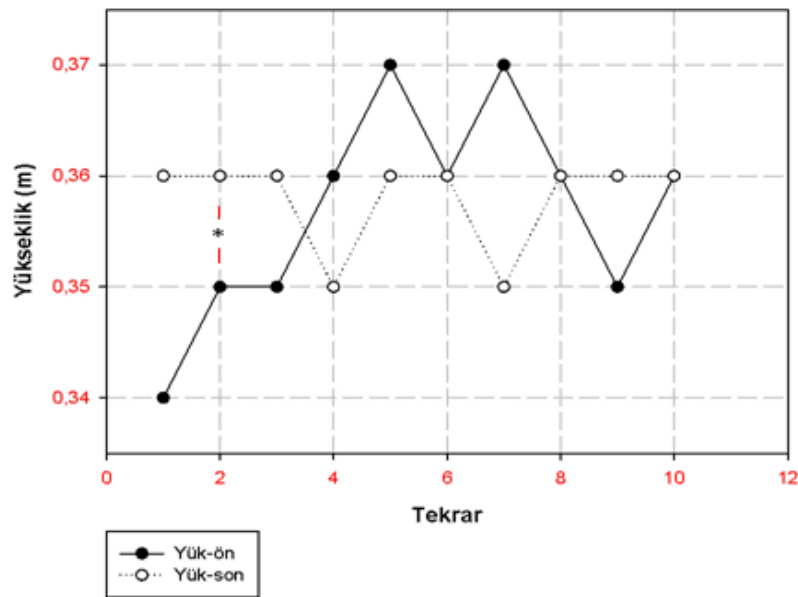
Grafik 4.5. KG grubuna ait sıçrama tekrar yükseklikleri (* $p<0,05$).



Grafik 4.6. KT grubuna ait sıçrama tekrar yükseklikleri (* $p<0,05$).



Grafik 4.7. P grubuna ait sıçrama tekrar yükseklikleri (* $p<0,05$).



4.3. Vücut Ağırlığı ve Vücut Kompozisyonu Parametrelerine Ait Bulgular

Gruplara ait vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları tablo 4.5’de verilmiştir.

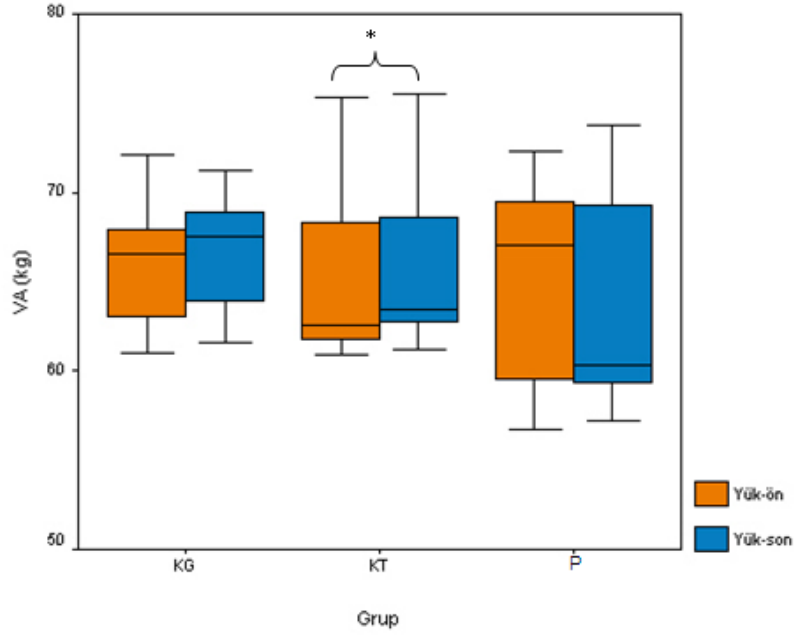
Tablo 4.5. Grupların vücut ağırlıkları ve vücut kompozisyonu değerleri.

	Araştırma Grupları	n	Yük-ön	Yük-son	Yük-ön – Yük-son	T değeri	p değeri
			$\bar{x} \pm Ss$				
Vücut ağırlığı (kg)	KG	7	65,97±4,05	66,55±3,60	0,58±0,79	4	0,109
	KT	7	65,57±5,37	66,12±5,13	0,55±0,36	0	0,016
	P	7	64,82±6,13	64,07±6,52	-0,8±4,23	7	0,297
	<i>KW</i> değeri		0,0965	1,27	0,282		
	p değeri		0,953	0,53	0,868		
Vücut Yağ Yüzdesi	KG	7	22,02±2	19,65±3,23	-2,37±1,7	0	0,016
	KT	7	18,24±5,7	16,7±3,85	-1,54±7,3	11	0,688
	P	7	17,27±4,8	18,78±4,72	1,51±4,5	10	0,578
	<i>KW</i> değeri		4,55	1,69	3,097		
	p değeri		0,103	0,42	0,213		
Yağsız Vücut Kitlesi (kg)	KG	7	50,95±2,8	53,44±2,94	2,48±2,27	0	0,031
	KT	7	52,58±3,79	53,60±2,61	1,01±3,53	11	0,688
	P	7	51,61±4,67	52,31±3,44	0,7±2,16	10	0,578
	<i>KW</i> değeri		0,507	0,971	2,011		
	p değeri		0,776	0,615	0,36		
Toplam Vücut Suyu Yüzdesi	KG	7	57,47±1,43	59,17±2,59	1,7±1,68	2	0,047
	KT	7	60,31±4,23	60,3±3,48	-0,01±4,83	13	0,938
	P	7	61,08±3,55	60,5±3,66	-0,58±4,49	11	0,688
	<i>KW</i> değeri		4,817	0,952	3,103		
	p değeri		0,09	0,621	0,212		
Hücre İçi Suyu Yüzdesi	KG	7	35±0,58	35,34±0,96	0,34±0,86	8,50	0,375
	KT	7	37,02±3,75	36,25±1,03	-0,77±3,85	13	0,938
	P	7	36,61±1,82	35,51±1,75	-1,09±1,29	2	0,047
	<i>KW</i> değeri		3,019	3,184	2,917		
	p değeri		0,221	0,203	0,233		
Hücre Dışı Suyu Yüzdesi	KG	7	24,91±0,89	25,68±0,89	0,77±0,49	0	0,031
	KT	7	25,3± 3,39	26,71±1,35	1,41±3,69	9	0,469
	P	7	26,75±1,49	26,15±1,7	-0,6±1,59	9	0,469
	<i>KW</i> değeri		4,717	1,81	2,826		
	p değeri		0,095	0,405	0,243		

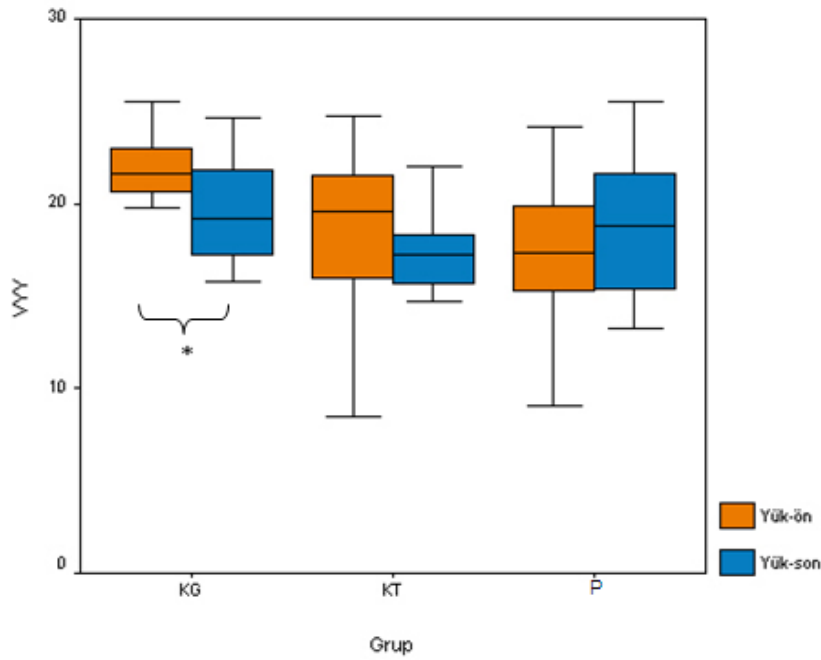
Kruskall Wallis Varyans Analizi ile yapılan karşılaştırmalarda grupların yükleme öncesi toplam vücut suyu yüzdesi değerinin anlamlı ölçüde farklı olduğu (Tablo 4.5, $p>0,05$), diğer parametreler arasında anlamlı fark olmadığı (Tablo 4.5, $p<0,05$), bulunmuştur. Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U Testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda KG grubunun toplam vücut suyu yüzdesinin diğer iki grubunkinden anlamlı ölçüde az olduğu gözlenmiştir ($p>0,016$). Yükleme sonrasında ise vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonunu oluşturan hiçbir parametre arasında anlamlı fark bulunmamıştır. (Tablo 4.5, $p<0,016$).

Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile yapılan grup içi karşılaştırmalar, KG grubunun vücut yağ yüzdesinin yükleme sonunda azaldığı (Tablo 4.5, $p>0,05$), yağsız vücut kitlesi, toplam vücut suyu yüzdesi ve hücre dışı suyu yüzdesinin arttığı (Tablo 4.5, $p>0,05$) bulunmuştur. KT grubunun vücut ağırlığı yükleme sonrasında anlamlı ölçüde artmıştır. KT grubuna ait diğer parametrelerin yükleme öncesi ve sonrası değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.5, $p<0,05$). Yükleme sonrasında P grubunun hücre içi suyu yüzdesinin azaldığı (Tablo 4.5, $p>0,05$) bulunmuştur. P grubuna ait diğer parametrelerin hiçbiri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.5, $p<0,05$). Grupların vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu parametreleri grafik 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13’de verilmiştir.

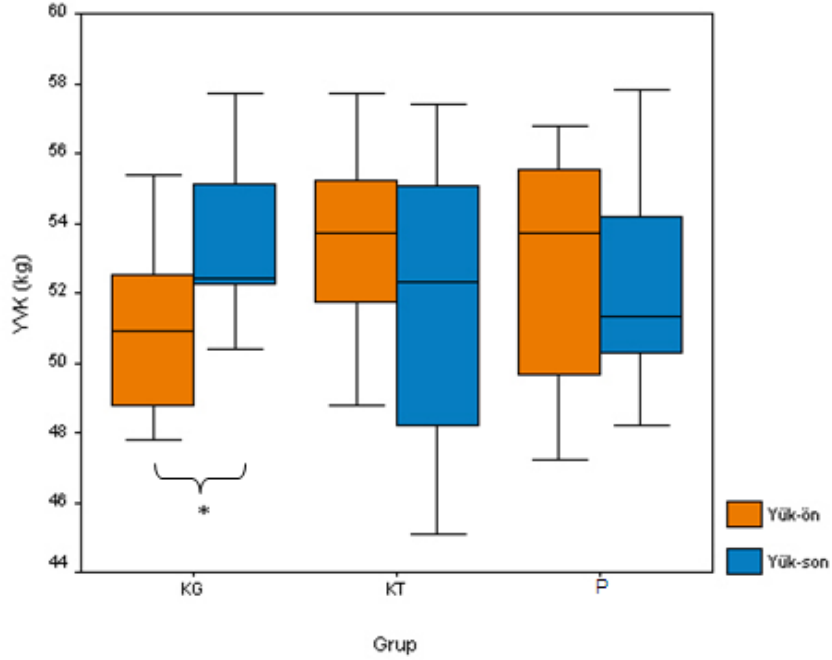
Grafik 4.8. Grupların vücut ağılıkları (*p<0,05).



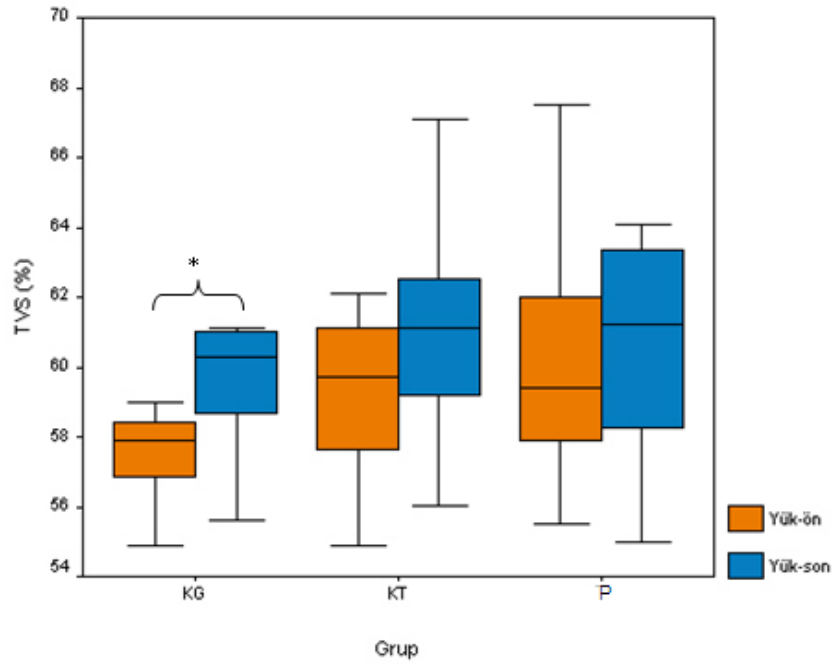
Grafik 4.9. Grupların vücut yağ yüzdeleri (*p<0,05).



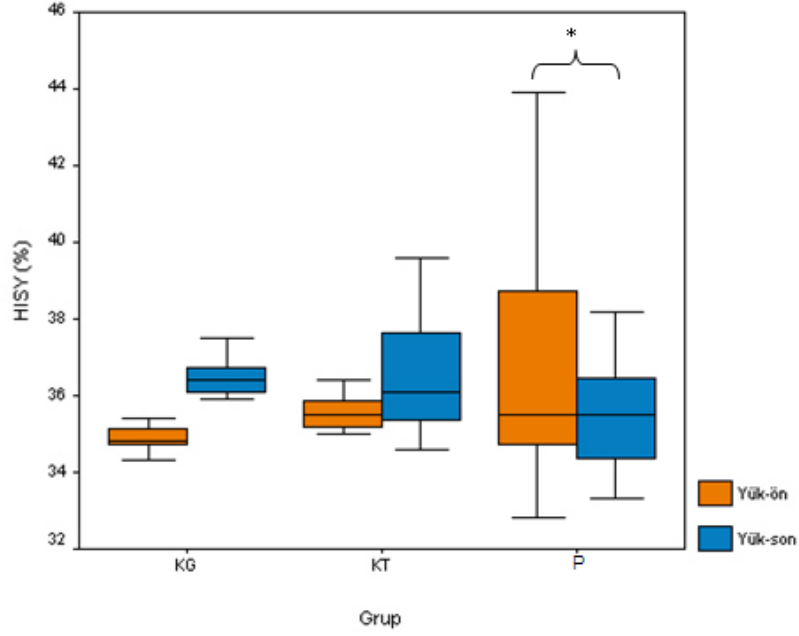
Grafik 4.10. Grupların yağsız vücut kitleleri (*p<0,05).



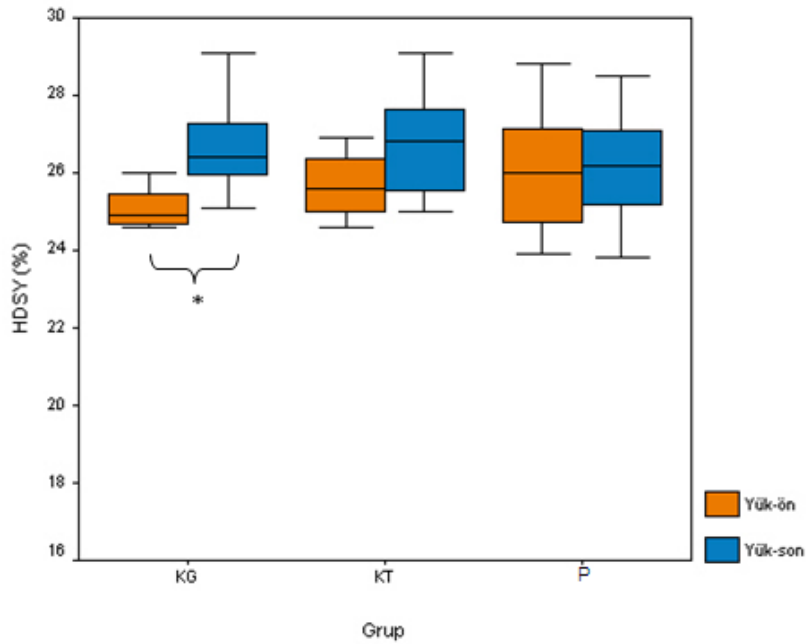
Grafik 4.11. Grupların toplam vücut suyu yüzdeleri (*p<0,05).



Grafik 4.12. Grupların hücre içi sıvı yüzdeleri (*p<0,05).



Grafik 4.13. Grupların hücre dışı sıvı yüzdeleri (*p<0,05).



BÖLÜM V

TARTIŞMA

5.1. Araştırma Dizaynı ve Metodoloji

Bu araştırmada, iki farklı kreatin yükleme yönteminin anaerobik performans, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonunda meydana getirdiği değişimler belirlenmiş ve meydana gelen değişimler yükleme yöntemlerine göre karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda KG grubu, 5g kreatin monohidratı 33g glikoz şurubu ile birlikte 100ml sulu çözelti içerisinde, KT grubu yine 5g kreatin monohidratı 2 tablet kalori içermeyen tatlandırıcı ile birlikte 100ml sulu çözelti içerisinde ve P grubu 2 tablet kalori içermeyen tatlandırıcıyı 100ml sulu çözelti içerisinde 4doz/gün miktarında, 5 gün süresince kullanmıştır. Kullanılan kreatin miktarı ve glikoz şurubu miktarı daha önce literatüre kazandırılmış sabit doz kullanılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (30,78,91,92). İnsüline bağlı yollardan kreatin metabolizmasını etkileyebilmek amacıyla 1 gram kreatin için yaklaşık 25g karbonhidrata ihtiyaç duyulmaktadır (15,16). Bu bulguya karşın Stout ve diğ. (1999) tarafından kullanılan 33g karbonhidrat ekleme yöntemi (30) katılımcıları yüksek kalori alımından koruma amacıyla seçilmiştir.

Beş günlük yükleme dönemi ardından farklı kreatin yükleme yöntemlerinin performans üzerinde meydana getirdiği değişimler tekrarlı sprint, tekrarlı sıçrama testleri kullanılarak ölçülmüştür. Performans testleri açısından ölçüm yöntemleri daha önce yapılan çalışmaları (10,31,93,94) takip etmektedir. Bu çalışmada Bangsbo (1994) tarafından oluşturulan, Wragg ve diğ. (2000) tarafından modifiye edilen yön değiştirmeli 7x34,2m sprint testinin seçilmesinin nedeni, bu testin düz sprintleri, rastgele yön değiştirmelerle birleştirilerek futbola özgü hale getirmesidir (89,95). Yükleme dönemi süresince farklı yükleme yöntemlerinin vücut kompozisyonu üzerinde meydana getirdiği değişimler ise Ziegenfuss (66) ve Spillane'nin (96) çalışmalarına benzer şekilde biyoelektrik impedans analizi ve baskül kullanılarak ölçülmüştür (96). Birçok çalışmada (108,109,110), hidrostatik tartım ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleriyle yüksek korelasyon

veren biyoelektrik impedans analizi, vücut kompozisyonu ölçümlerinde, pratik ve güvenilir olması sebebiyle seçilmiştir.

5.2. Kreatin Yüklemelerinin Performans Üzerindeki Etkileri

Grupların ortalama sprint zamanlarının yükleme öncesinde ve yükleme sonrasında birbirinden farklı olduğu bulunmuştur. Yükleme öncesinde en iyi ortalama sprint zamanına ($6,08 \pm 0,1$) P grubu sahipken yükleme sonrasında KG grubu en iyi ortalama sprint zamanına ($5,98 \pm 0,2$) sahiptir. Ayrıca tüm grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası ortalama sprint zamanları grup içi karşılaştırmaları, grupların ikinci sprint koşularını birinci koşulara göre daha hızlı tamamladıklarını göstermektedir. KG grubunun ortalama sprint zamanında $\sim 0,3$ saniyelik hızlanma gözlenirken, KT ve P grubunda sırasıyla 0,18 ve 0,1 saniyelik hızlanmalar meydana gelmiştir. Grupların rastgele oluşturulması nedeniyle ortaya çıkan yükleme öncesi sprint değerleri arasındaki istatistiksel fark göz önünde bulundurulduğunda, yüklemelerin performans üzerindeki etkisi grupların iki ölçüm sonuçları arasındaki fark karşılaştırılarak bulunmuştur. Bu anlamda iki ölçüm arasındaki ortalama sprint zamanı en çok gelişen grup KG'dir. Yükleme yöntemlerinin sprint tekrarları üzerindeki etkilerini açıklamak için yapılan grup içi karşılaştırmalarda, karbonhidratlarla birlikte kreatin kullanan grubun yükleme sonrası tüm sprint tekrar zamanlarının yükleme öncesininkinden daha az olduğu bulunmuştur. Diğer gruplarda farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Karbonhidratla birlikte yapılan kreatin yüklemesi diğer yayınlarda xxxxxx olduğu gibi bu çalışmada da performans artışının daha belirgin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sprint tekrar zamanları açısından bakıldığında, kreatin yüklemesi yapılan grupta performans artışının anlamlı derecede olmaması, kreatin çalışmalarında rastlanan bulgulardan birisidir. Bu grupta performans artışı gözlenmemesinin, yükleme süresi ya da bireylerin kreatin duyarlılığı ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Snow (2003) 5-7 günlük kreatin yüklemelerinin başarıya ulaşmasını hücre içerisine giren kreatin miktarı ile ilişkilendirmiştir. Bununla birlikte Green ve diğ. (1996) karbonhidratlarla

birlikte kullanıldığında kreatinin hücre içi konsantrasyonun, yalnız kreatin kullanımına göre %60 daha fazla arttığını belirtmişlerdir (15). Bu yayınların sonuçları bir araya getirildiğinde anaerobik performans artışının sadece KG grubunda gözlenmesi açıklanabilmektedir.

Grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası ortalama sıçrama yükseklikleri gruplar arası karşılaştırmalarında anlamlı fark bulunmuştur. Bu nedenle grupların ortalama sıçrama yüksekliklerinde meydana gelen değişimi açıklamak için grupların iki ölçüm ortalama sıçrama yüksekliklerinin farkları karşılaştırılmıştır. KG ve KT grubunun ortalama sıçrama yükseklikleri anlamlı ölçüde artmıştır. Farklar incelendiğinde grupların sıçrama yüksekliklerindeki değişimin benzer olduğu görülmektedir. Sıçrama tekrar yüksekliklerinde artış gözlenmesine rağmen grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel fark az sayıda bulunmuş (KG grubu 10. tekrar) ya da hiç bulunmamıştır (KT, P grupları). Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, kreatinin sıçrama performansı üzerine etkileri literatürde de (70,82) çelişkilidir. Statik başlangıcı olan ve patlayıcı kuvvet gerektiren kesikli sıçrama biçimlerinde kreatinin sıçrama yüksekliği üzerine etkisi görülmezken (30), kuvvette devamlılık gerektiren sürekli sıçrama testlerinde sıçrama ortalamaları fosfokreatin depolarına bağlı olarak artmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 10x aktif sıçrama testi her iki unsuru içermesi nedeniyle ortalama sıçrama yüksekliklerinde artış gözlenmesine karşın sıçrama tekrarlarında fark bulunmamıştır.

5.3. Kreatin Yüklemelerinin Vücut Kompozisyonu ve Vücut Ağırlığı Üzerindeki Etkileri

Yükleme sonrasında tüm grupların vücut ağırlıklarında artış meydana gelmesine rağmen sadece, KT grubunun vücut ağırlığındaki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır. KG ve P gruplarının vücut ağırlıklarındaki değişim miktarı ise anlamlı fark yaratacak boyutta değildir. Redondo ve diğ. (1996) 7 gün süresince günlük 25g kreatin+glikoz şurubu yüklemesi sonucunda katılımcıların vücut ağırlıklarında KG ve P gruplarınıninkine benzer sonuçlar elde etmiştir (94). Bununla birlikte Greenhaff ve diğ. (1994) kreatin

monohidrat yüklemesinin, 7 gün sonunda vücut ağırlığına herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemiştir (91). Ancak literatürde kreatin yüklemesinin yükleme periyodu sonunda vücut ağırlığını arttırdığını belirten birçok araştırma (2,47,58,98) yer almaktadır. Bu anlamda yükleme sonunda KG grubunun vücut ağırlığında artış meydana gelmemesi grubun yükleme süresince gösterdiği antrenman performansı ile ilişkilendirilebilir.

KG ve KT gruplarının VYY'sinde azalma gözlenmesine karşın sadece KG grubunun ölçüm sonuçları istatistiksel olarak farklıdır. Bu sonuç karbonhidrat kombinasyonun, kreatinin, metabolizma üzerindeki etkisini arttırdığı biçiminde açıklanabilir. Karbonhidratların kreatin metabolizması üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar (15,16) araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. KT grubunda gözlemlendiği gibi kreatin, yalnız başına yüklenildiğinde VYY üzerinde benzer sonuçları Kutz ve Gunter'ın (2002) çalışmasında ayrıca Wilder ve Deivert (2003) tarafından yapılan araştırmada vermiştir (64,99).

Katılımcıların özel antrenman dönemi içerisinde oldukları ve bu periyot içerisinde kuvvet ve sprint performansına yönelik birçok egzersiz bulunması göz önünde bulundurularak katılımcıların YVK'nde bir miktar artış olması, araştırma öncesinde beklenen sonuçlardan birisi idi. Kreatinin YVK üzerindeki etkilerini inceleyen birçok çalışma (24,33,79,100) kısa süreli kreatin kullanımının YVK'ni arttırdığını belirtmektedir. Tüm grupların YVK'nde, artış gözlenirken, sadece KG grubunda gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı farka sahiptir. Vücut ağırlığında fark gözlenmeden, KG grubunun VYY'sindeki anlamlı düşüş ve YVK'sindeki anlamlı artış, vücut kompozisyonunun değiştiğini göstermektedir. Karbonhidratla birlikte kreatin yüklemesinin yağsız vücut kitlesi üzerinde meydana getirdiği bu değişim benzer protokollü araştırmalarla desteklenmektedir (25,101). Buna karşın Grindstaff ve diğ. (1997) kısa süreli kreatin yüklemesinin YVK üzerinde anlamlı fark yaratacak değişime sebep olmadığını belirtmektedir (94).

Kreatin monohidrat ozmotik aktif yapıya sahip olması nedeniyle, kısa ve uzun dönem kullanım sonunda toplam vücut suyunun artmasına sebep olmaktadır (66,102). Yükleme sonrasında sadece KG grubunun toplam vücut suyunun arttığı bulunmuştur. Buna karşın diğer iki grubun toplam vücut sularında anlamlı boyutta değişim gözlenmemiştir. Kreatinin karbonhidratla birlikte kullanımı sonucunda artan depolama kapasitesiyle doğru orantılı olarak kreatinin sıvı tutulumunu arttırdığı, bu nedenle kreatinin sıvı tutulumu etkisinin KG grubunda daha belirgin olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Toplam vücut suyunda meydana gelen bu artış Steenge ve diğ. (1998) tarafından yapılan çalışma (14) sonuçları ile paralellik göstermektedir. Hem HİSY'deki hem de HDSY'deki artışın KG grubunun toplam vücut suyu yüzdesindeki artışa sebep olması, toplam vücut suyunun hücre içi ve dışı sıvı yüzdelerinin oranında değişim olmadan arttığını belirten Powers ve diğ. (2003) tarafından yapılan araştırmanın (102) sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Grupların HİSY'lerinin birinci ve ikinci ölçüm sonunda birbirinden anlamlı derecede farklı olmadığı gözlenmektedir. Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde ise, tatlandırıcı grubunun HİSY'nin istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı ortaya çıkmıştır. HİSY sonuçlarına bakarak, yükleme süresince kreatinin, katılımcılarda hücre içi sıvı miktarlarında koruyucu etki yaptığı, kreatin yüklemesi yapılmayan grupta ise bu etkinin gözlenmediği düşünülmektedir. Araştırmanın sonuçları kreatinin HİSY'yi arttırdığını belirten Ziegenfuss ve diğ. (1997) tarafından yapılan çalışmanın (103) sonuçları ile çelişmektedir. Bu çelişkinin gruplar arasındaki hidrasyon düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kreatinin vücut suyu üzerinde meydana getirdiği değişimlerin incelendiği son parametre olan HDSY sonuçları KG grubunun yükleme süresince HDSY miktarının anlamlı derecede arttırdığını göstermektedir. Diğer gruplarda ise anlamlı ölçüde artış görülmemiştir. KT ve P gruplarının HDSY'sinde görülen değişim literatürde gözlenen sonuçlar (66,104) ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte KG grubunun HDSY'inde meydana gelen değişim literatürde az rastlanan sonuçlardan birisidir

(105,106). Watson ve diğ. (2006) sıcak stresi altında Hücre dışı sıvı miktarının korunmasını kreatinin ozmotik hareketliliği arttırması ile ilişkilendirmişlerdir (107). Watson ve diğ. tarafından yapılan araştırma sonuçlarına dayanarak, sıcak stresi gibi vücudun sıvı kaybetmesine neden olacak şartlar altında kreatine bağlı olarak hücre dışı sıvı miktarının korunmasının normal şartlar altındaki karşılığının hücre dışı sıvı miktarının artması olabileceği düşünülmektedir.

Hem HİSY'deki hem de HDSY'deki artışın KG grubunun toplam vücut suyu yüzdesindeki artışa sebep olması, toplam vücut suyunun hücre içi ve dışı sıvı yüzdelerinin oranında değişim olmadan arttığını belirten Powers ve diğ. (2003) tarafından yapılan araştırmanın (102). sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Beş günlük yükleme sonunda tüm grupların anaerobik performanslarında artış görülmüştür. Ancak karbonhidratla birlikte kreatin kullanan KG grubu iki performans ölçüm testi sonunda belirgin ilerleme kaydetmiş, ortalama sprint zamanı, sprint tekrar zamanı ve ortalama sıçrama yükseklikleri anlamlı ölçüde artmıştır. Yükleme sonunda kuvvette devamlılığın göstergesi olarak kabul edilebilecek sprint tekrar zamanlarının tümünde gelişim göstermesi bu grubu diğerlerinden ayırmaktadır. Kreatin kullanımının vücut kompozisyonu üzerinde değişiklik meydana getirdiği, bu ve bundan önceki araştırmaların ortak bulgusudur. Ancak, kreatinin karbonhidratla birlikte kullanımı vücut kompozisyonunda anaerobik egzersiz performansını arttıracak değişimlerin 5 günlük yükleme periyodu sonunda ortaya çıkmasına sebep olmuştur. KG grubunda gözlenen bu değişimlerin sebebi kreatinin karbonhidratlarla birlikte kullanımı olarak gösterilebilir. Sonuç olarak;

5 günlük yükleme periyodu sonunda grupların yükleme öncesi ve yükleme sonrası performansları arasında fark bulunmuştur. Tüm gruplar için 1. Hipotez kabul edilmiştir.

5 günlük yükleme periyodu sonunda KT grubunun yükleme öncesi ve yükleme sonrası vücut ağırlığı ölçüm değerleri arasında fark bulunmuştur. Diğer grupların vücut ağırlıklarında anlamlı fark bulunmamıştır. 2. Hipotez KT grubu için kabul edilmiş, diğer gruplar için reddedilmiştir.

5 günlük yükleme periyodu sonunda KG grubunun vücut kompozisyonunu oluşturan VYY, YVK, TVSY, HDSY parametrelerinde anlamlı fark bulunmuştur. 3. hipotez bu parametreler için reddedilmiştir. P grubunun ise yalnızca HISY’inde anlamlı

azalma bulunmuştur. 3. Hipotez bu parametre için reddedilmiştir. KT grubunun vücut kompozisyonunu oluşturan tüm parametreler ve diğer gruplara ait değişiklik bulunmayan parametreler için 3. Hipotez kabul edilmiştir.

6.2. Öneriler

Yapılan araştırma sonucunda, sonraki araştırmacılara yol göstermek amacıyla aşağıdaki önerilere yer verilmiştir.

1. Katılımcıların besin tüketim değerlerinin özenle toplanması, kreatin ile etkileşebilecek maddelerin yükleme döneminde alınıp alınmadığı konusunda araştırmacılara bilgi verecektir.
2. Katılımcıların yükleme dönemi içerisindeki besin tüketimi kontrol altında tutularak, her katılımcının yakın besin değerleri (kalori, karbonhidrat, protein içeriği vb.) içeren öğünlerle bu dönemi tamamlamasını sağlamak, yükleme metodlarının etkisinin gözlenmesinde araştırmacıya daha net bilgiler sunacaktır.
3. Yükleme ardından dokulardaki kreatin miktarının değişimini belirlemek amacıyla, kan ve doku örneklerini incelemek kreatinin performans üzerine olan etkilerinin daha iyi anlaşılmasına olanak tanıyacaktır.
4. Kreatinin toparlanma üzerindeki etkilerini gözlemlemek amacıyla kalp atım hızı monitörü ile birlikte laktik asit ve oksijen tüketim değerlerinin de gözlenmesi, araştırmacıya farklı parametreler üzerinden değerlendirme yapma imkanını tanıyacaktır.

BÖLÜM VII

FORMLAR

7.1. Veli/Vasiye Yönelik Bilgilendirilmiş Onam Formu

(Araştırmacının Açıklaması)

Ergojenik yardım amacıyla sporcuların sıklıkla kullandığı kreatin monohidratın, farklı yükleme metodlarıyla kullanıldığında, yükleme dönemi sonrası sporcuların sergilediği performans üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Amacımız farklı yöntemlerle alınan kreatin monohidratın kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde ortaya çıkan performans üzerindeki etkilerini incelemek ve bu araştırma sonucu elde ettiğimiz bulguları daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırmaktır. Araştırmanın ismi “Karbonhidratla Birlikte Kreatin Yüklemesinin Genç Sporcularda Anaerobik Performans ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi”dir. Araştırma Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulun’da yapılacaktır.

Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki çocuğunuzun bu araştırmaya katılıp katılmamasına onay vermekte serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra çocuğunuzun araştırmaya katılmasını isterseniz formu imzalayınız.

Araştırmayı sorumlu araştırmacı olarak Yrd. Doç. Dr. Hüsrev Turnagöl ile birlikte yapıyoruz. Çocuğunuz bu araştırmaya katılacak olursa, onu maksimum performansını sergileyeceği bazı performans testlerine tabi tutacağız. Araştırmanın 1. ve 7. günlerinde yapılacak bu testler arasındaki sürede araştırmaya katılan sporculara günde 4 kez olmak üzere 5g kreatin monohidrat veya 5g kreatin monohidrat+33g glikoz şurubu ya da plesebo (kalori içermeyen tatlandırıcı) verilecektir. Yedinci günde, araştırmaya katılacak sporcular 1. gün uygulanacak performans testlerine (sıçrama ve kısa mesafe koşusu) tabi tutularak test sonuçları incelenecektir. Ayrıca araştırmaya katılan

sporcuların antropometrik ve vücut kompozisyonu değişim araştırma başlangıcında ve sonunda yapılacak ölçümlerle belirlenecektir. Ayrıca tüm sorularınız için araştırma süresince sizlerle iletişim halinde bulunacağız.

Yapılacak araştırmanın sonuçları başka sporculara ve antrenörlerine bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılara da aktaracağız. Sporun bilimsel yönünün gelişmesi için katkı sağlayacağını umduğumuz bu çalışmaya katılmanızı tavsiye ederiz. Yapılacak çalışmalara katılan sporcuların isimleri saklı tutulacaktır.

Çocuğunuzun bu araştırmaya katılıp katılmamasına karar vermeden önce çocuğunuza danışmalısınız. Veli/vasi olarak sizler tamam deseniz bile çocuğunuz araştırmaya katılmayı kabul etmeyebilir. Bu çalışmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Siz ve çocuğunuz araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma konusunda aklınıza şimdi gelen ya da daha sonra gelebilecek sorularınızı istediğiniz zaman bana sorabilirsiniz. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını tercih ediyorsanız aşağıya lütfen adınızı ve soyadınızı yazın ve imzanızı atınız. İmzaladıktan sonra size bu formun bir kopyası verilecektir.

Veli / Vasi

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

7.2. Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu

Sevgili Kardeşim,

Benim adım Uğur Ödek. Sporcuların sıklıkla kullandığı kreatin monohidratın performans üzerinde meydana getirebileceği değişimlerin incelendiği bir araştırma yapıyoruz. Amacımız kreatin monohidrat kullanımı sonucu ortaya çıkan performans değerlerini ve antropometrik değişimleri inceleyerek bu konuda daha fazla bilgi sahibi olmak ve bu çalışmayı daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırmaktır. Bu araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz ve sporun bilimsel yönünün gelişimine katkıda bulunacağımıza inanmaktayız. Bu nedenle araştırmaya katılmanı öneriyoruz.

Bu araştırmaya katılacak olursan seni maksimum performansını sergileyeceğin bazı performans testlerine sokacağız ve bu testlerde maksimum performansını sergileyeceğini ummaktayız. Araştırmanın 1. ve 7. günlerinde yapılacak bu testler arasındaki sürede sana günde 4 kez olmak üzere 5g kreatin monohidrat veya 5g kreatin monohidrat+33g glikoz şurubu ya da plesebo verilecektir. Yedinci günde, sen ve araştırmaya katılacak diğer sporcular, 1. gün uygulanacak performans testlerine (sıçrama ve kısa mesafe koşusu) tabi tutularak test sonuçları incelenecektir. Ayrıca senin ve araştırmaya katılan diğer sporcuların antropometrik ve vucüt kompozisyonu değişimleri araştırma başlangıcında ve sonunda yapılacak ölçümlerle belirlenecektir. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyeceksin ve sana da herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Bu araştırmanın sonuçları senin gibi sporcuların ve onların antrenörlerine değerli bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını ya da aramızda kalması gereken bilgileri söylemeyeceğiz.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kâğıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırıcının adı, soyadı, ünvanı:

Adres :

Tel:

İmza:

Tarih:

BÖLÜM VIII
KAYNAKLAR

1. Williams, M.H. (1992) Ergogenic and ergolytic substances. *Med Sci Sports Exerc*, 24 (9 Suppl), S344-348.
2. Persky, A.M., Brazeau, G.A. (2001) Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate. *Pharmacol Rev*, 53 (2), 161-176.
3. Bembien, M.G., Lamont, H.S. (2005) Creatine supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Med*, 35 (2), 107-125.
4. Greenhaff, P.L. (1997) The nutritional biochemistry of creatine. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 8 (11), 610-618.
5. Mesa, J.L., Ruiz, J.R., Gonzalez-Gross, M.M., Gutierrez Sainz, A., Castillo Garzon, M.J. (2002) Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med*, 32 (14), 903-944.
6. Clarkson, P.M. (1996) Nutrition for improved sports performance. Current issues on ergogenic aids. *Sports Med*, 21 (6), 393-401.
7. Johnson, W.A., Landry, G.L. (1998) Nutritional supplements: fact vs. fiction. *Adolesc Med*, 9 (3), 501-513, vi.
8. Birch, R., Noble, D., Greenhaff, P.L. (1994) The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 69 (3), 268-276.
9. Cooke, W.H., Barnes, W.S. (1997) The influence of recovery duration on high-intensity exercise performance after oral creatine supplementation. *Can J Appl Physiol*, 22 (5), 454-467.
10. Dawson, B., Cutler, M., Moody, A., Lawrence, S., Goodman, C., Randall, N. (1995) Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. *Aust J Sci Med Sport*, 27 (3), 56-61.
11. Vandenberghe, K., Gillis, N., Van Leemputte, M., Van Hecke, P., Vanstapel, F., Hespel, P. (1996) Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *J Appl Physiol*, 80 (2), 452-457.

- 12.Mero, A.A., Keskinen, K.L., Malvela, M.T.,Sallinen, J.M. (2004) Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. *J Strength Cond Res*, 18 (2), 306-310.
- 13.Derave, W., Eijnde, B.O., Verbessem, P., Ramaekers, M., Van Leemputte, M., Richter, E.A. ve diğeri. (2003) Combined creatine and protein supplementation in conjunction with resistance training promotes muscle GLUT-4 content and glucose tolerance in humans. *J Appl Physiol*, 94 (5), 1910-1916.
- 14.Steenge, G.R., Lambourne, J., Casey, A., Macdonald, I.A.,Greenhaff, P.L. (1998) Stimulatory effect of insulin on creatine accumulation in human skeletal muscle. *Am J Physiol*, 275 (6 Pt 1), E974-979.
- 15.Green, A.L., Hultman, E., Macdonald, I.A., Sewell, D.A.,Greenhaff, P.L. (1996) Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *Am J Physiol*, 271 (5 Pt 1), E821-826.
- 16.Steenge, G.R., Simpson, E.J.,Greenhaff, P.L. (2000) Protein- and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans. *J Appl Physiol*, 89 (3), 1165-1171.
- 17.Haugland, R.B.,Chang, D.T. (1975) Insulin effect on creatine transport in skeletal muscle (38464). *Proc Soc Exp Biol Med*, 148 (1), 1-4.
- 18.Koszalska, T.R.,Andrew, C.L. (1970) Effect of insulin on creatinuria and hypercreatinemia induced by creatine loading. *Proc Soc Exp Biol Med*, 135 (3), 905-910.
- 19.Koszalka, T.R., Andrew, C.L.,Brent, R.L. (1972) Effect of insulin on the uptake of creatine-1- 14 C by skeletal muscle in normal and x-irradiated rats. *Proc Soc Exp Biol Med*, 139 (4), 1265-1271.
- 20.Metzl, J.D., Small, E., Levine, S.R.,Gershel, J.C. (2001) Creatine use among young athletes. *Pediatrics*, 108 (2), 421-425.
- 21.Ray, T.R., Eck, J.C., Covington, L.A., Murphy, R.B., Williams, R.,Knudtson, J. (2001) Use of oral creatine as an ergogenic aid for increased sports performance: perceptions of adolescent athletes. *South Med J*, 94 (6), 608-612.

22. Rico-Sanz, J., Mendez Marco, M.T. (2000) Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (2), 379-385.
23. Op 't Eijnde, B., Richter, E.A., Henquin, J.C., Kiens, B., Hespel, P. (2001) Effect of creatine supplementation on creatine and glycogen content in rat skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*, 171 (2), 169-176.
24. Balsom, P.D., Ekblom, B., Söerlund, K., Sjödln, B., Hultman, E. (1993) Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 3 (3), 143-149.
25. Earnest, C.P., Snell, P.G., Rodriguez, R., Almada, A.L., Mitchell, T.L. (1995) The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. *Acta Physiol Scand*, 153 (2), 207-209.
26. Greenhaff, P.L., Casey, A., Short, A.H., Harris, R., Soderlund, K., Hultman, E. (1993) Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin Sci (Lond)*, 84 (5), 565-571.
27. Izquierdo, M., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J.J., Gorostiaga, E.M. (2002) Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 34 (2), 332-343.
28. Aaserud, R., Gramvik, P., Olsen, S.R., Jensen, J. (1998) Creatine supplementation delays onset of fatigue during repeated bouts of sprint running. *Scand J Med Sci Sports*, 8 (5 Pt 1), 247-251.
29. Mujika, I., Padilla, S., Ibanez, J., Izquierdo, M., Gorostiaga, E. (2000) Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (2), 518-525.
30. Stout, J., Eckerson, J., Noonan, D., Moore, G., Cullen, D. (1999) Effects of 8 weeks of creatine supplementation on exercise performance and fat-free weight in football players during training. *Nutrition Research*, 19 (2), 217-225.
31. Bosco, C., Tihanyi, J., Pucspk, J., Kovacs, I., Gabossy, A., Colli, R. ve diğ erleri. (1997) Effect of oral creatine supplementation on jumping and running performance. *Int J Sports Med*, 18 (5), 369-372.

- 32.Volek, J.S., Kraemer, W.J., Bush, J.A., Boetes, M., Incledon, T., Clark, K.L. ve diğ erleri. (1997) Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Am Diet Assoc*, 97 (7), 765-770.
- 33.Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J.A., Cederblad, G.,Greenhaff, P.L. (1996) Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol*, 81 (1), 232-237.
- 34.Snow, R.J.,Murphy, R.M. (2003) Factors influencing creatine loading into human skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*, 31 (3), 154-158.
- 35.Balsom, P.D., Soderlund, K.,Ekblom, B. (1994) Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med*, 18 (4), 268-280.
- 36.Walker, J.B. (1979) Creatine: biosynthesis, regulation, and function. *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol*, 50, 177-242.
- 37.Chanutin, A.,With the assistance of Loren, P.G. (1926) THE FATE OF CREATINE WHEN ADMINISTERED TO MAN. *Journal of Biological Chemistry*, 67 (1), 29-41.
- 38.Graham, A.S.,Hatton, R.C. (1999) Creatine: a review of efficacy and safety. *J Am Pharm Assoc (Wash)*, 39 (6), 803-810; quiz 875-807.
- 39.Hespel, P., Maughan, R.J.,Greenhaff, P.L. (2006) Dietary supplements for football. *J Sports Sci*, 24 (7), 749-761.
- 40.Cox, G., Mujika, I., Tumilty, D.,Burke, L. (2002) Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 12 (1), 33-46.
- 41.Bessman, S.P.,Carpenter, C.L. (1985) The creatine-creatine phosphate energy shuttle. *Annu Rev Biochem*, 54, 831-862.
- 42.Van Pilsum, J.F., Stephens, G.C.,Taylor, D. (1972) Distribution of creatine, guanidinoacetate and the enzymes for their biosynthesis in the animal kingdom. Implications for phylogeny. *Biochem J*, 126 (2), 325-345.
- 43.Hettirachchy, j. (2003). The Efficacy and Safety of Creatine Monohydrate Ağ Sitesi: <http://altmed.creighton.edu/creatine/Background.htm>

- 44.Schedel, J.M., Tanaka, H., Kiyonaga, A., Shindo, M.,Schutz, Y. (1999) Acute creatine ingestion in human: consequences on serum creatine and creatinine concentrations. *Life Sci*, 65 (23), 2463-2470.
- 45.Levey, A.S., Perrone, R.D.,Madias, N.E. (1988) Serum creatinine and renal function. *Annu Rev Med*, 39, 465-490.
- 46.Rockwell, J.A., Rankin, J.W.,Toderico, B. (2001) Creatine supplementation affects muscle creatine during energy restriction. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (1), 61-68.
- 47.Wyss, M.,Kaddurah-Daouk, R. (2000) Creatine and creatinine metabolism. *Physiol Rev*, 80 (3), 1107-1213.
- 48.Fitch, C.D., Lucy, D.D., Bornhofen, J.H.,Dalrymple, G.V. (1968) Creatine metabolism in skeletal muscle. II. creatine kinetics in man. *Neurology*, 18 (1 Pt 1), 32-42.
- 49.Schoch, R.D., Willoughby, D.,Greenwood, M. (2006) The regulation and expression of the creatine transporter: a brief review of creatine supplementation in humans and animals. *J Int Soc Sports Nutr*, 3, 60-66.
- 50.Guerrero-Ontiveros, M.L.,Wallimann, T. (1998) Creatine supplementation in health and disease. Effects of chronic creatine ingestion in vivo: down-regulation of the expression of creatine transporter isoforms in skeletal muscle. *Mol Cell Biochem*, 184 (1-2), 427-437.
- 51.Loike, J.D., Somes, M.,Silverstein, S.C. (1986) Creatine uptake, metabolism, and efflux in human monocytes and macrophages. *Am J Physiol*, 251 (1 Pt 1), C128-135.
- 52.Boehm, E., Chan, S., Monfared, M., Wallimann, T., Clarke, K.,Neubauer, S. (2003) Creatine transporter activity and content in the rat heart supplemented by and depleted of creatine. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 284 (2), E399-406.
- 53.Demant, T.W.,Rhodes, E.C. (1999) Effects of creatine supplementation on exercise performance. *Sports Med*, 28 (1), 49-60.
- 54.Odoom, J.E., Kemp, G.J.,Radda, G.K. (1996) The regulation of total creatine content in a myoblast cell line. *Mol Cell Biochem*, 158 (2), 179-188.

55. Robinson, T.M., Sewell, D.A., Hultman, E., Greenhaff, P.L. (1999) Role of submaximal exercise in promoting creatine and glycogen accumulation in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 87 (2), 598-604.
56. Alsever, R.N., Georg, R.H., Sussman, K.E. (1970) Stimulation of insulin secretion by guanidinoacetic acid and other guanidine derivatives. *Endocrinology*, 86 (2), 332-336.
57. Hespel, P., Op't Eijnde, B., Van Leemputte, M., Urso, B., Greenhaff, P.L., Labarque, V. ve diğerleri. (2001) Oral creatine supplementation facilitates the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. *J Physiol*, 536 (Pt 2), 625-633.
58. van Loon, L.J., Murphy, R., Oosterlaar, A.M., Cameron-Smith, D., Hargreaves, M., Wagenmakers, A.J. ve diğerleri. (2004) Creatine supplementation increases glycogen storage but not GLUT-4 expression in human skeletal muscle. *Clin Sci (Lond)*, 106 (1), 99-106.
59. Casey, A., Constantin-Teodosiu, D., Howell, S., Hultman, E., Greenhaff, P.L. (1996) Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am J Physiol*, 271 (1 Pt 1), E31-37.
60. Ahmun, R.P., Tong, R.J., Grimshaw, P.N. (2005) The effects of acute creatine supplementation on multiple sprint cycling and running performance in rugby players. *J Strength Cond Res*, 19 (1), 92-97.
61. Kreider, R.B., Ferreira, M., Wilson, M., Grindstaff, P., Plisk, S., Reinardy, J. ve diğerleri. (1998) Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 30 (1), 73-82.
62. Syrotuik, D.G., Bell, G.J. (2004) Acute creatine monohydrate supplementation: a descriptive physiological profile of responders vs. nonresponders. *J Strength Cond Res*, 18 (3), 610-617.
63. Stone, M.H., Sanborn, K., Smith, L.L., O'Bryant, H.S., Hoke, T., Utter, A.C. ve diğerleri. (1999) Effects of in-season (5 weeks) creatine and pyruvate supplementation on anaerobic performance and body composition in American football players. *Int J Sport Nutr*, 9 (2), 146-165.

64. Wilder, N., Deivert, R.G., Hagerman, F., Gilders, R. (2001) The Effects of Low-Dose Creatine Supplementation Versus Creatine Loading in Collegiate Football Players. *J Athl Train*, 36 (2), 124-129.
65. Mihic, S., MacDonald, J.R., McKenzie, S., Tarnopolsky, M.A. (2000) Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatinine, or CK activity in men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (2), 291-296.
66. Ziegenfuss, T.N., L.M., L., LEMON, P. (1998). Acute fluid volume changes in men during 3 days of creatine supplementation. *JEP online*, 1 (3). Erişim, <http://faculty.css.edu/tboone2/asep/jan13d.htm>.
67. Volek, J.S., Mazzetti, S.A., Farquhar, W.B., Barnes, B.R., Gomez, A.L., Kraemer, W.J. (2001) Physiological responses to short-term exercise in the heat after creatine loading. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (7), 1101-1108.
68. Parise, G., Mihic, S., MacLennan, D., Yarasheski, K.E., Tarnopolsky, M.A. (2001) Effects of acute creatine monohydrate supplementation on leucine kinetics and mixed-muscle protein synthesis. *J Appl Physiol*, 91 (3), 1041-1047.
69. Flisinska-Bojanowska, A. (1996) Effects of oral creatine administration on skeletal muscle protein and creatine levels. *Biology of Sport*, 13, 39-46.
70. Volek, J.S., Duncan, N.D., Mazzetti, S.A., Staron, R.S., Putukian, M., Gomez, A.L. ve diğerleri. (1999) Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 31 (8), 1147-1156.
71. Willoughby, D.S., Rosene, J. (2001) Effects of oral creatine and resistance training on myosin heavy chain expression. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (10), 1674-1681.
72. Casey, A., Greenhaff, P.L. (2000) Does dietary creatine supplementation play a role in skeletal muscle metabolism and performance? *Am J Clin Nutr*, 72 (2 Suppl), 607S-617S.
73. Hespel, P., Eijnde, B.O., Derave, W., Richter, E.A. (2001) Creatine supplementation: exploring the role of the creatine kinase/phosphocreatine system in human muscle. *Can J Appl Physiol*, 26 Suppl, S79-102.

74. Terjung, R.L., Clarkson, P., Eichner, E.R., Greenhaff, P.L., Hespel, P.J., Israel, R.G. ve diğerleri. (2000) American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (3), 706-717.
75. Wallimann, T., Wyss, M., Brdiczka, D., Nicolay, K., Eppenberger, H.M. (1992) Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phosphocreatine circuit' for cellular energy homeostasis. *Biochem J*, 281 (Pt 1), 21-40.
76. Meyer, R.A., Sweeney, H.L., Kushmerick, M.J. (1984) A simple analysis of the "phosphocreatine shuttle". *Am J Physiol*, 246 (5 Pt 1), C365-377.
77. Bessman, S.P., Geiger, P.J. (1981) Transport of energy in muscle: the phosphorylcreatine shuttle. *Science*, 211 (4481), 448-452.
78. Volek, J.S., Kraemer, W.J. (1996) Creatine Supplementation: Its Effect on Human Muscular Performance and Body Composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10 (3), 200-210.
79. Rawson, E.S., Volek, J.S. (2003) Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance. *J Strength Cond Res*, 17 (4), 822-831.
80. Kreider, R.B. (2003) Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Mol Cell Biochem*, 244 (1-2), 89-94.
81. Volek, J.S., Ratamess, N.A., Rubin, M.R., Gomez, A.L., French, D.N., McGuigan, M.M. ve diğerleri. (2004) The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching. *Eur J Appl Physiol*, 91 (5-6), 628-637.
82. Kurosawa, Y., Hamaoka, T., Katsumura, T., Kuwamori, M., Kimura, N., Sako, T. ve diğerleri. (2003) Creatine supplementation enhances anaerobic ATP synthesis during a single 10 sec maximal handgrip exercise. *Mol Cell Biochem*, 244 (1-2), 105-112.

83. Bishop, D., Claudius, B. (2005) Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37 (5), 759-767.
84. Reilly, T., & Williams, M. (2003b). Fitness assessment. In T. Reilly & D. Doran *Science and Soccer*. London: Routledge.
85. Hoff, J. (2005) Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci*, 23 (6), 573-582.
86. Wisloff, U., Helgerud, J., Hoff, J. (1998) Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 30 (3), 462-467.
87. Ostojic, S.M. (2004) Creatine supplementation in young soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 14 (1), 95-103.
88. Haff, G.G., Kirksey, K.B., Stone, M.H., Warren, B.J., Johnson, R.L., Stone, M.E.G. ve diğ erleri. (2000) The Effect of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Dynamic Rate of Force Development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14 (4), 426-433.
89. Catarina, A., Vitor, M.Ã.s., Jaime, S. (2004) VARIATION IN FOOTBALL PLAYERS' SPRINT TEST PERFORMANCE ACROSS DIFFERENT AGES AND LEVELS OF COMPETITION. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 44-49.
90. Koenig, C.A., Benardot, D., Cody, M., Thompson, W.R. (2008) Comparison of creatine monohydrate and carbohydrate supplementation on repeated jump height performance. *J Strength Cond Res*, 22 (4), 1081-1086.
91. Greenhaff, P.L., Bodin, K., Soderlund, K., Hultman, E. (1994) Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *Am J Physiol*, 266 (5 Pt 1), E725-730.
92. Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Beilby, J., Ching, S. (2003) Creatine supplementation: a comparison of loading and maintenance protocols on creatine uptake by human skeletal muscle. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 13 (1), 97-111.
93. Hoffman, J.R., Stout, J.R., Falvo, M.J., Kang, J., Ratamess, N.A. (2005) Effect of low-dose, short-duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *J Strength Cond Res*, 19 (2), 260-264.

- 94.Grindstaff, P.D., Kreider, R., Bishop, R., Wilson, M., Wood, L., Alexander, C. ve diğerleri. (1997) Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. *Int J Sport Nutr*, 7 (4), 330-346.
- 95.Wragg, C.B., Maxwell, N.S.,Doust, J.H. (2000) Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*, 83 (1), 77-83.
- 96.Spillane, M., Schoch, R., Cooke, M., Harvey, T., Greenwood, M., Kreider, R. ve diğerleri. (2009) The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J Int Soc Sports Nutr*, 6, 6.
- 97.Romer, L.M., Barrington, J.P.,Jeukendrup, A.E. (2001) Effects of oral creatine supplementation on high intensity, intermittent exercise performance in competitive squash players. *Int J Sports Med*, 22 (8), 546-552.
- 98.Bizzarini, E.,De Angelis, L. (2004) Is the use of oral creatine supplementation safe? *J Sports Med Phys Fitness*, 44 (4), 411-416.
- 99.Kutz, M.R.,Gunter, M.J. (2003) Creatine monohydrate supplementation on body weight and percent body fat. *J Strength Cond Res*, 17 (4), 817-821.
- 100.Burke, D.G., Chilibeck, P.D., Davidson, K.S., Candow, D.G., Farthing, J.,Smith-Palmer, T. (2001) The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 11 (3), 349-364.
- 101.Kirksey, B., Stone, M.H., Warren, B.J., Johnson, R.L., Stone, M.E.G., Haff, G.G. ve diğerleri. (1999) The Effects of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Performance Measures and Body Composition in Collegiate Track and Field Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13 (2), 148-156.
- 102.Powers, M.E., Arnold, B.L., Weltman, A.L., Perrin, D.H., Mistry, D., Kahler, D.M. ve diğerleri. (2003) Creatine Supplementation Increases Total Body Water Without Altering Fluid Distribution. *J Athl Train*, 38 (1), 44-50.

103. Ziegenfuss, T.N., Lemon, P.W.R., Rogers, M.R., Ross, R., Yarasheski, K.E. (1997) Acute Creatine Ingestion: Effects on Muscle Volume, Anaerobic Power, Fluid Volumes, and Protein Turnover 732. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (5), 127.
104. Brilla, L.R., Giroux, M.S., Taylor, A., Knutzen, K.M. (2003) Magnesium-creatine supplementation effects on body water. *Metabolism*, 52 (9), 1136-1140.
105. Pitsiladis, Y.P., Georgiades, E., Minnion, R.H., Mitchell, M., Kingsmore, D., Kilduff, L.P. (2003) Effects of Creatine Supplementation on Exercise Performance in the Heat in Endurance-Trained Humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (5), S32.
106. Kilduff, L.P., Georgiades, E., James, N., Minnion, R.H., Mitchell, M., Kingsmore, D. ve diğ erleri. (2004) The effects of creatine supplementation on cardiovascular, metabolic, and thermoregulatory responses during exercise in the heat in endurance-trained humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 14 (4), 443-460.
107. Watson, G., Casa, D.J., Fiala, K.A., Hile, A., Roti, M.W., Healey, J.C. ve diğ erleri. (2006) Creatine use and exercise heat tolerance in dehydrated men. *J Athl Train*, 41 (1), 18-29.
108. Karen R Segal., Marta Van Loan., Patricia I Fitzgerald., James A Hodgdon. ve Theodore B Van Itaiie. (1988) Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-Validation study *Amf. Clin. Nutr.* 47 (1), 7-14.
109. Chumlea, W.C., Guo, S. S., (1994) Bioelectrical Impedance and Body Composition: Present Status and Future Directions. *Nutrition Reviews* 52 (4), 123-131.
110. H. C. Lukaski, W., W. Bolonchuk., C. B. Hall., ve W. A. Siders., (1986) Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 60 (4), 1327-1332.