

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KREATİN YÜKLEMESİ YAPILAN VE YAPILMAYAN  
GENÇ BASKETBOLCULARDA EGZERSİZ ÖNCESİ  
AKUT LİKİT KREATİN DESTEĞİNİN TEKRARLI  
SPRİNT PERFORMANSINA ETKİSİ

Dyt. Özlem TOK

Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA

2013



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KREATİN YÜKLEMESİ YAPILAN VE YAPILMAYAN  
GENÇ BASKETBOLCULARDA EGZERSİZ ÖNCESİ  
AKUT LİKİT KREATİN DESTEĞİNİN TEKRARLI  
SPRİNT PERFORMANSINA ETKİSİ

Dyt. Özlem TOK

Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL

ANKARA

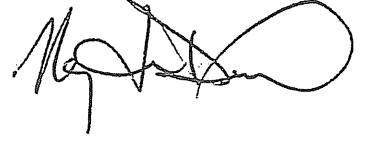
2013

Anabilim Dalı :Spor Bilimleri ve Teknolojisi  
Program :Spor Bilimleri ve Teknolojisi  
Tez Başlığı :Kreatin Yüklemesi Yapılan ve Yapılmayan Genç  
Basketbolcularda Egzersiz Öncesi Akut Likit Kreatin  
Desteginin Tekrarlı Sprint Performansına Etkisi  
Öğrenci Adı-Soyadı :Özlem Tok  
Savunma Sınavı Tarihi :02.09.2013

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. A. Haydar Demirel

Hacettepe Üniversitesi



Tez danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hüsrev Turnagöl

Hacettepe Üniversitesi



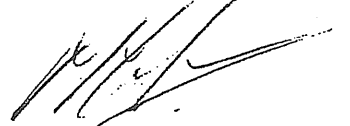
Üye: Yrd. Doç. Dr. Ş. Nazan Koşar

Hacettepe Üniversitesi



Üye: Yrd. Doç. Dr. Tahir Hazır

Hacettepe Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Mutlu Hayran

Hacettepe Üniversitesi



ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Ersin FADİLLİOĞLU

Müdür

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleşmesine katkılarından dolayı aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Sayın, Yrd. Doç. Dr. Hüsrev Turnagöl tez danışmanım olarak yol gösterici katkıda bulunmuşlardır.

Sayın, Yrd. Doç. Dr. Ş. Nazan Koşar çalışmanın test, istatistiksel analiz ve yazımı esnasında yol gösterici katkıda bulunmuşlardır.

Sayın, Doç. Dr. Mutlu Hayran proje sorumlusu olarak çalışmanın her aşamasında yol gösterici katkıda bulunmuşlardır.

Sayın, Prof. Dr. Alp Bayramoğlu Hacettepe Üniversitesi Basketbol Takımı Başantrenör'ü olarak çalışmanın her aşamasında yol gösterici katkıda bulunmuşlardır.

Sayın, Dr. Deniz Yüce çalışmamın her aşamasında yol gösterici katkıda bulunmuşlardır.

Sayın, Yrd. Doç. Dr. Tahir Hazır araştırmanın yöntem bölümünde ve sprint testin yapılmasında yol gösterici katkıda bulunmuşlardır.

Hacettepe Üniversitesi Tıbbi Biyokimya Laboratuvarına, Sayın Prof. Dr. Filiz Akbıyık'a, bölüm sekreterleri Filiz Hanım ve Nezahat Hanım'a verdikleri destek için teşekkür ederim.

Sayın, Yasemin Güzel ve eşine, Süleyman Bulut'a, Nilay Güngör'e, Dr. Beril Hüseyin'e, Selim Arkaç'a ve Noosheen Azadpoor'a test günlerindeki yardım ve destekleri için teşekkür ederim.

Teste katılan genç takım oyuncularına ve ailelerine, genç takım antrenörü Gökhan Çörekçi'ye ve takım kondisyoneri Stanislav'a teşekkür ederim.

Araştırmam boyunca yanımda olan ve bana güç veren Pınar Çiler'e ve tüm aileme sonsuz sevgi ve sabırla destek oldukları için teşekkür ederim.

Çalışmam süresince her türlü yardım ve destekleri ile yanımda olan, tecrübeleri ile yol gösteren, farklı bir vizyon kazandırarak beni akademik hayata hazırlayan Prof. Dr. Alp Bayramoğlu ve Doç. Dr. Mutlu Hayran'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

Özlem, T. Kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda egzersiz öncesi akut likit kreatin desteğinin tekrarlı sprint performansına etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013. Bu çalışmanın amacı; kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda egzersiz öncesi tüketilen likit kreatinin tekrarlı sprint performansına etkisini incelemektir. Randomize, çift kör, çapraz düzende plasebo kontrollü olarak planlanan bu çalışmaya, antrenmanlı 13 erkek basketbolcu (yaş:  $17.46 \pm 0.66$ , boy:  $194.2 \pm 4.6$  cm, vücut ağırlığı:  $83.79 \pm 9.12$  kg ve antrenman yaşı:  $6.31 \pm 2.29$  yıl) katılmıştır. Sporcular kreatin ve plasebo olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Birer haftalık aralıklarla; ön ölçüm, yükleme sonrası (0,3 g/kg/gün kreatin, 5 gün) ve likit kreatin suplemantasyonu sonrası (5 ml, dil altı) olmak üzere 3 kez tekrarlı sprint testine (10x15 m, 30 s aralıklı) katılmışlardır. Test öncesi ve sonrasında vücut kompozisyonu, kalp atım hızları, idrar dansitesiteleri, venöz kan örneklerinden serum enzimleri, elektrolitler ve laktat düzeyleri ölçülmüştür. Yükleme sonrasında 3 haftalık (21 gün) boşaltma süresi verilmiş ve gruplar çaprazlanmıştır. Verilerin analizinde, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, ölçümler arası farkların belirlenmesinde Bonferroni *post hoc* testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, sporcuların sprint süreleri, laktat ve kreatin kinaz (CK) değerleri ile vücut kompozisyonu ölçümlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Yükleme yapılmadan akut likit kreatin desteği verildiğinde performans testi sonrasında serum laktat dehidrogenaz (LDH) düzeyinde azalma ve sodyum değerlerinde yükselme gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yükleme sonrası serum kreatinin düzeyinde anlamlı bir artış saptanmıştır ( $p>0,05$ ). Sonuç olarak, kreatin yükleme sonrasında akut likit kreatin desteğinin tekrarlı sprint performansını etkilemediği, kreatin yüklemenin vücut kompozisyonu bileşenlerinde değişiklik oluşturmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Likit kreatin, kreatin yüklemesi, tekrarlı sprint test.

**Destekleyen Kurumlar:** H.Ü.B.A.B, Araştırma Projesi (012D1210400).

## ABSTRACT

Özlem, T. Pre-exercise acute creatine supplementation effects on repeated sprint performance in creatine loaded and unloaded young basketball players. Hacettepe University Institute of Health Science, MSc Thesis in Sports Science and Technology Program, Ankara, 2013. The aim of this study is to determine the pre-exercise acute creatine supplementation effects on repeated sprint performance in creatine loaded and unloaded young basketball players. This research involved 13 trained male ( $17.46 \pm 0.66$  years,  $194.2 \pm 4.6$  cm,  $83.79 \pm 9.12$  kg ve  $6.31 \pm 2.29$  training age). The study was designed as randomised, double blind, crossover and placebo controlled. Athletes were divided into two groups and attended to 3 performance test (10x15 m repeated sprint test with 30 sn intervals) on separate days: baseline, after creatine loading (0,3 g/kg/d, 5 days) and after liquid creatine supplementation (5 ml, sublingual). Pre and post test venous and finger blood samples were collected to determine LDH, CK, serum creatinin and serum electrolyte concentrations and lactate levels. Moreover, athletes' heart rate, body composition and urine density were determined. The study's washout duration for crossover design took 3 weeks (21 days). Statistical analyses were performed using repeated measures analysis of variance and the significance of pairwise differences was tested using Bonferroni *post hoc* test. Results showed that there were no significant difference in sprint time, lactate, CK levels and body composition measurements among the groups ( $p > 0,05$ ). It is observed that post-exercise serum LDH levels decreased and sodium levels increased in creatine unloaded group with acute creatine supplementation ( $p < 0,05$ ). There was a significant increase in serum creatinine levels in creatine loading group ( $p < 0,05$ ). In conclusion, acute creatine supplementation did not enhance sprint performance and creatine loading didn't cause any body composition component change in this study.

**Key Words:** Liquid creatine, creatine loading, repeated sprint test.

**Supported by** H.U.B.A.B, Research Grant (012D12104001).

**İÇİNDEKİLER**

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
1.1.Tez önerisinin köken aldığı hipotez ve amaçlar	2
1.1.1.Araştırmanın Amaçları	2
1.1.2.Araştırma Problemleri	3
1.1.3.Araştırmanın Hipotezleri	3
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1.Kreatin Metabolizması	5
2.2.Kreatinin Formları	5
2.2.1.Kreatin Monohidrat	7
2.2.2.Likit Form	8
2.2.3.Diğer Formlar	9



	Sayfa
2.3.Kreatinin Performans Üzerine Etkileri	10
2.4.Genç Sporcularda Kreatin Kullanımı	13
2.5.Önerilen Doz	14
2.6.Kreatin Kullanım Protokolleri	14
3.BİREYLER VE YÖNTEM	17
3.1 Araştırma Grubu	17
3.2. Deneysel Kurgu	17
3.3. Kreatin Suplemantasyon Protokolü	19
3.4. Verilerin Toplanması	20
3.4.1.Anaerobik Performans Testi: 10x15 m Tekrarlı Sprint	20
3.4.1.1.Isınma	21
3.4.1.2.Tekrarlı Sprint Testi	21
3.4.2. Kalp Atım Hızı	22
3.4.3. Kan Analizleri	23
3.4.4. Vücut Kompozisyonu ve Hidrasyon Düzeyleri	23
3.4.5. Besin Tüketim Kaydı ve Analizi	23
3.5. Verilerin Analizi	24
4. BULGULAR	25
4.1. Tekrarlı sprint performansı ve yorgunluk parametreleri	25
4.2. Vücut kompozisyonu ve hidrasyon durumu	28
4.3. Besin tüketim kayıtları	30

	Sayfa
5. TARTIŞMA	32
5.1. Tekrarlı sprint performansı ve yorgunluk parametreleri üzerine etkisi	33
5.2. Vücut kompozisyonu ve hidrasyon durumu üzerine etkisi	38
5.3. Deney Kurgusu	40
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	42
6.1. Sonuç	42
6.2. Öneriler	43
KAYNAKLAR	44
EKLER	
EK 1. Sporcuların genel sağlık parametreleri	
EK 2. Günlük kreatin yükleme dozları	
EK 3. Besin Tüketim Formu	
EK 4. Etik Kurul İzni	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

CP	Kreatin fosfat
ATP	Adenozin trifosfat
ADP	Adenozin difosfat
Cr	Kreatin
Pi	İnorganik fosfat
CM	Kreatin monohidrat
PCr	Fosfokreatin
LDH	Laktat dehidrogenaz
CK	Kreatin kinaz
PL	Plasebo
KR	Kreatin
LK	Likit
Na	Sodyum
K	Potasyum
Cl	Klorür
KAH	Kalp atım hızı
TBW	Total vücut suyu
BMI	Vücut kitle indeksi
CHO	Karbonhidrat

**ŞEKİLLER**

	Sayfa
Şekil 2.1. Kas aktivitesi için süreye bağlı olarak kullanılan baskın enerji kaynakları	12
Şekil 3.1. Deneysel kurgu	18
Şekil 3.2. Tekrarlı sprint testi	22

## TABLOLAR

	Sayfa
Tablo 2.1. Kreatinin farklı formlarının kreatin içeriği	10
Tablo 3.1. Kreatin Suplemantasyonu	20
Tablo 4.1. Tekrarlı sprint testi performans değişkenlerinin karşılaştırılması	25
Tablo 4.2. Laktat, laktat dehidrogenaz, kreatin kinaz ve kreatinin değerlerinin karşılaştırılması	26
Tablo 4.3. Deneklerin dinlenik, ısınma, sprint, toparlanma ve maksimum kalp atım hızları	27
Tablo 4.4. Vücut kompozisyonu ve hidrasyon değerlerinin karşılaştırılması	28
Tablo 4.5. Serum elektrolit değerlerinin karşılaştırılması	29
Tablo 4.6. Besin analizleri sonuçlarının karşılaştırılması	31

## 1.GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda egzersiz öncesi tüketilen likit kreatinin tekrarlı sprint performansına etkisini incelemektir. Kreatin sporcular arasında yaygın olarak kullanılan bir besin desteğidir. Kreatinin ve yeni formlarının performans üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar giderek artmaktadır. Kreatinin, sprint ve tekrarlı sprint performanslarında kaslardaki kreatin depolarının artırılması, sprint performansı esnasında ATP'nin yeniden sentezini hızlandırılması ve yorgunluğun geciktirilmesi yoluyla sporculara avantaj sağladığı bilinmektedir (1, 2).

Kreatin suplementasyonunu araştıran çalışmaların çoğu, kısa süreli yüksek şiddetli enerji gerektiren egzersizlerde, özellikle kısa dinlenme süresi içeren tekrarlayan hareketlerde kreatinin yararlı etkilerinin olduğunu ileri sürmektedir (2, 10, 11, 17). Bunun bir sonucu olarak, besin destekleri içinde, özellikle sporcu beslenmesi ürünleri arasında, kreatin giderek artan bir kullanıcı kitlesine sahip olmuştur (4). Son yıllarda özellikle genç sporcular arasında da kreatin kullanımı önemli ölçüde artış göstermektedir (56-59). Sporcular arasında oldukça yaygınlaşan kreatin kullanımı yeni formlarının ortaya çıkmasına neden olmuş ve kısa sürede birçok alternatif kreatin destek ürünü piyasaya çıkmıştır.

Kreatin suplementasyonunun etkilerinin net bir şekilde ortaya konulmasına rağmen uygulamada kreatin kullanımının çok farklı dozlarda, farklı şekillerde ve sürelerde olduğu görülmektedir (44, 47, 60, 65-68). Kreatin yükleme protokolünün doğru bir şekilde uygulanmasının güçlüğünün yanı sıra, sporculara fiziksel ve fizyolojik olarak bindirdiği yük de fazladır. Özellikle son yıllarda sporcular kreatin kullanım protokollerini uygulamada zorlanmaya ve bu uygulama güçlüğü nedeni ile kreatin yüklemesini reddetmeye başlamışlardır. Bu şikayetler üretici firmaları kreatinin yeni formlarının daha kullanışlı hale getirilmesi için yeni formülalar geliştirmeye itmiştir. Bu yeni formların çözünürlüğü ve etkinliğine bağlı gelişmeler, kullanım şekillerinin sporcuları zorlamaması ve pratik olması, bu formların tercih edilmesine olan ilgiyi artırmıştır (42, 48).

Son yıllarda kreatinin likit formda alınıp alınamayacağı konusuna ilgi giderek artmıştır. Bu düşünce kreatin monohidratın çözünmezliğine bağlı olarak, kreatinin

likit formunun geliştirilmesinin tüketime daha uygun olabileceği, daha hızlı emilip kan akımına karışabileceği ve kreatinin kaslara transferinde daha etkili olabileceği fikrine dayanmaktadır (42).

Bazı firmalar kana ve kaslara transferinde etkinliğinin yüksek olmasından dolayı likit kreatinin minimum miktardaki alımının yeterli olacağını iddia etmektedirler (41). Sonuç olarak, üretici firmalar kreatinin yeni formları üzerinde çalışırken bu formların daha fazla yarar sağladığı konusunda kanıt bulunmamaktadır. Dolayısıyla, sporcuların kendileri için yararları ve yan etkilerinin olup olmadığını bilmedikleri ürünleri kullanmaları, gerek sağlık gerekse performans üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabilir ve gereksiz ekonomik kayba uğramalarına neden olabilir. Bulunan olumlu sonuçlar ise sporculara kullanım yönünden kolaylık sağlayabileceği gibi performans gelişimine de yardımcı olacaktır. Bu nedenle, kreatinin bu yeni formlarının sağlık ve performans üzerine etkilerinin doğru bir şekilde ortaya konması oldukça önemlidir.

Araştırma sonuçları kreatinin likit formunun kreatin monohidrat gibi performansı geliştirdiğini gösteren kanıtlar açığa çıkarırsa, sporcuların kolaylıkla uygulayabileceği ve akut olarak kullanabileceği sportif performansı destekleyen bir ürün olarak önerilebilecektir.

Bu nedenle, bu çalışmada, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan gruplarda akut likit kreatinin etkisi araştırılarak uygulamadaki bu soruna çözüm üretilmesi amaçlanmıştır.

## **1.1. Tez önerisinin köken aldığı hipotez ve amaçlar**

### **1.1.1. Araştırmanın Amaçları**

1. Kreatin yüklemesi sonrasında egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonunun tekrarlı sprint performansına etkisinin incelenmesidir.
2. Kreatin yüklemeksizin egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonunun tekrarlı sprint performansına etkisinin incelenmesidir.

### **1.1.2.Araştırma Problemleri**

1. Kreatin yüklemesi sonrasında egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonu tekrarlı sprint performansını etkiler mi?
2. Kreatin yüklemezsizin egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonu tekrarlı sprint performansını artırır mı?

### **1.1.3.Araştırmanın Hipotezleri**

1. Akut likit kreatin suplementasyonu kreatin yüklemesi sonrasında tekrarlı sprint performansını artırır.
2. Kreatin yüklemezsizin egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonu tekrarlı sprint performansını artırır.



## 2.GENEL BİLGİLER

Sporcuların besin desteklerine olan ilgileri giderek artmakta ve bu destekler arasında ilk sıralarda yerini alan kreatin yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu da piyasaya sürekli yeni kreatin formlarının çıkmasına neden olmaktadır. Bu yeni formların performans üzerine etkileri merak konusu olmuştur. Bu bölümde kreatinin özellikleri, çeşitli formları, performans üzerine etkileri, gençlerde kullanımı ve kullanım şekilleri incelenmiştir.

Kreatin, kas hücrelerinde, kreatin fosfat (fosfokreatin, CP) formunda bulunur ve ATP'nin yeniden sentezlenmesinde önemli bir rol oynar. Özellikle, kısa süreli yüksek şiddetli egzersizde (maksimum 30 saniye) CP, kreatin (Cr) ve inorganik fosfata (Pi) parçalanır. Açığa çıkan enerji ATP'nin yeniden sentezlenmesinde kullanılır. CP depolarının tükenmesi ATP'nin sentezlenme hızını azaltır. Egzersizin gerektirdiği enerji ihtiyacı karşılanamadığından yorgunluk oluşur. Bu nedenle, kaslardaki fosfokreatin depolarının artırılması sprint performansı sırasında yorgunluğu azaltabilir veya geciktirebilir. Kaslardaki ekstra kreatin, sprint performansı esnasında ATP'nin yeniden sentezini artırır. Böylece, yorgunluğun geciktirilmesi yoluyla sprint ve tekrarlı sprint performanslarında sporculara avantaj sağlar (1, 2).

Sporcular kreatin suplementasyonu ile kas hücrelerindeki kreatin depolarını artırabilirler. 70 kg ağırlığında bir bireyin vücudundaki kreatin dönüşümü günde 2 gramdır. Bunun yaklaşık olarak yarısı vücutta aminoasitlerden sentezlenir. Geri kalanı ise diyetle alınır. Kreatin suplementasyonu sporcuların kas kreatin seviyelerini artırmada ilk başvurdukları yoldur. 5-7 günlük bir süre boyunca, günde yaklaşık 20 g oral kreatin suplementasyonu ile genellikle kas kreatin depoları % 10-25 oranında artmaktadır. Bu yolla kaslara yaklaşık 1/3 oranında ekstra fosfokreatin sağlanmaktadır. Fosfokreatin, kısa süreli patlayıcı güç egzersizleri sırasında kreatin metabolizmasıyla üretilen enerjinin kaynağıdır (3,4).

## 2.1.Kreatin Metabolizması

İnsan vücudunda, kreatinin büyük çoğunluğu iki formda bulunur. Kreatin depolarının yaklaşık %60'ını fosforile kreatin, %40'ını ise serbest kreatin oluşturur. Ortalama 70 kg ağırlığındaki bir erkekte, kas kitlesinin büyüklüğü ve iskelet kas lifi tipine göre bireysel farklılıklar görülmekle birlikte yaklaşık 120-140 g aralığında kreatin bulunmaktadır (5,6).

Endojen üretim (% 2.6) ve diyetle alım (% 1.1), fosfokreatin ve kreatin depolarındaki günlük azalmaya eş bir üretim sağlamaktadır. Oral kreatin suplementasyonu, vücuttaki kreatin seviyesinin artışına neden olmaktadır. Kreatinin kandan uzaklaştırılması, çeşitli organlara hücrelere satüre edilmesiyle veya renal filtrasyonla mümkündür (7).

Vücutta kreatin sentezi olabilmesi için üç aminoasit (glisin, arginin ve methionin) ve üç enzime (L-arginin:glisin amidinotransferaz, guanidinoasetat metiltransferaz ve methioninadenosiltransferaz) gerek vardır. Yetişkinlerde glisin metabolizması üzerinden kreatin sentezi düşüktür, fakat arginin ve metionin metabolizması üzerinden sentez oldukça yüksektir (6, 8, 9).

Vücutta yaklaşık olarak 1 g kreatin aminoasit yoluyla sentezlenirken, yaklaşık 1 g kreatin de besinlerle dışarıdan alınır. Kreatin doğal olarak besinlerle alınabileceği gibi besin destekleri ile doğrudan da alınabilir. Bu şekilde dışarıdan çeşitli formlarda alınabilecek olan kreatin ile endojen kreatin sentezi geçici olarak baskılanır (3), Besin destekleri ile vücuda alınan kreatin miktarı ise kullanılan kreatin formuna göre farklılık gösterebilir.

## 2.2.Kreatin Formları

Uzun yıllardır yapılan çalışmalarda kreatinin performans üzerine olumlu etkisinin belirlenmesi ile birçok alternatif kreatin destek ürünü raflarda yerini aldı. Üzerinde en fazla çalışma bulunan ve yaygın olarak kullanılan formu kreatin monohidrattır (CM). CM suplementasyonunun kas kreatin ve fosfokreatin konsantrasyonunu yaklaşık olarak %15-40 oranında artırdığı, aerobik egzersiz

kapasitesini geliştirdiği, kuvvet, gc ve kas kitlesini artırarak antrenman hacmini artırdığı belirtilmiştir (41).

Kreatinin bazı yeni formlarının kreatin monohirattan biyoyararlılık, etkinlik ve/veya güvenilirlik açısından fiziksel ve kimyasal olarak daha uygun olabileceği düşünülmektedir. Bu formlardan biri de üzerinde yapılan fazla bir çalışma olmamasına rağmen mit vadeden kreatin fosfattır (CP). Bu konuda yapılan tek çalışma, kreatin fosfatın, kas kuvveti ve yağsız vücut kitlesini CM kadar geliştirdiğini göstermiştir (41).

Kreatinin yeni formları, kreatin monohidrata göre fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özellikleri bakımından iyileştirildiği iddiaları ile piyasaya çıkarılmaktadır. Ayrıca bu yeni formların diğer bileşenlerle ya da sıvılarla kombine edildiğinde stabilitelerinin geliştiği, suyla birlikte znrlklerinin arttığı, biyoyararlılıklarının arttığı ve performanta artış gösterdiği de iddia edilmektedir (42).

Yıllardır kreatinin likit formda verilip verilemeyeceğinin saptanması ile ilgilenen önemli reklam kampanyaları yapılmaktadır. Bu düşünce, CM'ın znmez olmasına bağlı olarak, likit ya da süspansiyon formunda tüketimi ile kreatin emiliminin daha hızlı bir şekilde gerçekleşmesini ve böylece hızla kaslara ulaşmasını sağlayabileceği ileri sürülmektedir (42). Bazı firmalar, likit kreatinin kana ve kaslara transferinin daha etkin olduğunu ve bu nedenle vücutta minimal dozunun bile emilimine ihtiyaç duyulduğunu iddia etmektedir. Araştırmacılar, kreatinin jel ve sıvı formundaki süspansiyonları üzerinde çalışmalarını sürdürmektedirler. İnsanlar, kreatini sıvı ya da jel formunda test etmeyi tercih etseler de henüz bu formların performansa üstün bir yararı olduğu konusunda yeterli kanıt bulunmamaktadır (42).

Oral kreatin suplemantasyonunun performans testlerinde daha iyi sonuçlar vermesi için kullanılan kreatin formu önemlidir ve bazı çalışmalar kreatin fosfatın kreatin monodihirattan daha etkili olabileceğini ileri sürmektedir (41). Likit kreatin serumunun (kreatinfosfat) her 5 ml'si 2.5 g kreatin monohidrata eşdeğerdir. Likit kreatinin, sindirime uğramadan direk mukozadan emilip kana karıştığı için kaslara transferinin kreatin monohidrattan daha etkili ve hızlı olduğu iddia edilmektedir (41).

Aşağıda, kreatinin farklı formları (kreatin monohidrat, likit kreatin ve diğer kreatin formları) hakkında ayrıntılı bilgi sunulmuştur.

### 2.2.1.Kreatin Monohidrat

Kısa süreli, patlayıcı güç egzersizleri sırasında enerji kaynağı olan fosfokreatin, submaksimal aerobik egzersiz sırasında oksijen alımının sabit hale geçişine de yardımcı olur. Patlayıcı güç egzersizlerinde PCr'in öneminden dolayı kas kreatin monohidrat konsantrasyonunu besinsel suplementasyon yolu ile artırma üzerine olan ilgi giderek artmaktadır.

Kaslardaki total kreatin miktarı yaklaşık 120 mmol/kg'dır ve her gün 2 gramı vücuttan atılır. Atılan bu 2 gram, 1 gram diyetle alınan ve 1 gram da aminoasitlerden üretilen olarak yerine koyulur. Tipik bir kreatin monohidrat yükleme planının ilk adımı günde 20-25 gram kreatini diyetle alınana ek olarak besin desteği şeklinde 5-7 gün süreyle dışarıdan almaktır. Bu şekilde kas kreatin depolarında %20'ye yakın bir artış olduğu belirtilmektedir (11). Bu yükselmiş düzeye günde 3 gram kreatin kullanarak belirli bir sürede ulaşılabileceği de kanıtlanmıştır (11). Kas kreatin düzeyinin maksimum düzeye ulaşmasında bireysel farklılıklar önem taşımaktadır. Başlangıç kreatin düzeyleri düşük olan bireylerde daha fazla artış görülürken, yükleme öncesi yüksek düzeyde kas kreatin depolarına sahip bireylerde önemli bir artış gözlenmeyebilir. Kreatinin glikoz ile birlikte alımı bu farkı azaltır ve kreatin alımını artırır (108, 109).

Genellikle kısa süreli yüklemelerin, çeşitli zorlayıcı egzersizlerde kas kuvveti ve güç çıkışı sağlama kabiliyetini geliştirdiği görülmüştür (45). Bilimsel çalışmalar yükleme ile yükselen kas kreatin seviyesinin günde 2-5 gram kreatin monohidrat tüketilerek bu yüksek düzeyin korunabileceğini belirtmektedir (43).

Kreatin monohidrat suplementasyonunun kas fosfajen seviyelerini %10-40 oranında artırdığı birçok çalışmada gösterilmiştir (3, 44, 10).

Akut ve kronik CM suplementasyonunun yüksek şiddetli, aralıklı aktivitelerde performansı geliştirdiği rapor edilmiştir (10, 45, 46). Performans üzerindeki etki, bazal fosfajen seviyelerindeki değişikliğin büyüklüğü ile ilişkilendirilmiştir (10, 47).

### 2.2.2.Likit Form

Yıllardır kreatinin likit formda alınıp alınamayacağı konusuna ilgi çeken reklamlar yapılmaktadır. Bu düşünce kreatin monohidratın çözünmez olmasına bağlı olarak, kreatinin likit veya süspansiyon formunun geliştirilmesinin tüketime daha uygun olabileceği, daha hızlı emilip kan akımına karışabileceği ve kreatinin kaslara transferinde daha etkili olabileceği fikrine dayanmaktadır.

Bazı firmalar kana ve kaslara transferinde etkinliğinin yüksek olmasından dolayı likit kreatinin minimum miktardaki alımının yeterli olacağını iddia etmektedirler (41). Bu teorileri kreatin monohidratın likit içinde bulunduğu süre zarfında stabil olmaması sınırlandırmaktadır (49, 55). Sonuç olarak, araştırmacılar kreatinin jel ve likit süspansiyonları üzerinde çalışırken, raf ömrü sınırlamaları nedeni ile ürün geliştirmenin elverişli olmayacağı düşünülmektedir. Ayrıca insanların kreatinin jel veya likit formlarını tatlarını tercih edebilirken, bu formların daha üstün bir performans yararı sağladığı konusunda kanıt bulunmamaktadır.

Kreider ve arkadaşları (48), günde 20 g kreatin monohidrat alımı ile buna eşdeğer miktarda kreatin monohidrat içeren (20 g/gün) likit formunun kas kreatin, fosfokreatin ve total kreatin seviyesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklerden kas biyopsisi için örnek alınmıştır. 5 gün boyunca randomize, çift kör yöntemle diyetlerine ek olarak 5 ml likit kreatin (2.5 g kreatin monohidrat eşdeğerinde olduğu varsayılan), 5 ml plasebo, 8x5 ml likit kreatin (20 g/günkreatin monohidrat eşdeğerinde olduğu varsayılan) ya da 8x5 ml plasebo vermişlerdir. Diğer gruba karşılaştırmalı değerlendirme için kör olmayan dizaynda 5 gün boyunca 4x5 g kreatin monohidrat vermişlerdir. Bu analizler önerilen dozda likit kreatin alımı ile plasebo grubunu karşılaştırmaya olanak sağlamış ve firmaların önerdiği dozdan yedi kat fazla miktarda likit kreatinin ancak önerilen kreatin monohidrata eşdeğer olduğu görülmüştür. Araştırmalar kreatin monohidrat suplementasyonunun önemli derecede serbest kas kreatin içeriğini artırdığını göstermiştir (3, 10, 44, 48). Kreider ve ark.'nın çalışmasında kas serbest kreatin içeriği yaklaşık olarak %31±28 oranında artış göstermiştir (48). Fakat, diğer grupların hiçbirinde serbest kas kreatin, fosfokreatin ya da total kreatin içeriği üzerinde herhangi bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca kreatin monohidrat suplementasyonu ile kas kreatin ve fosfokreatin

seviyelerindeki değişiklikler likit kreatin ve plasebo gruplarından önemli derecede daha fazla bulunmuştur. Kreider ve diğ. (48) bu bulgulara dayanarak likit kreatin suplemantasyonunun kas fosfajen seviyeleri üzerinde bir etkisinin olmamasından dolayı ergojenik bir değer taşımadığı sonucuna varmıştır. Diğer gruplar kreatinin likit ve/veya jel formlarının stabilitesini geliştirmek için girişimlerde bulunmuş ve bunu kısmen gerçekleştirmişlerdir (64, 65). Fakat, bugüne kadar bu tip kreatinlerin kreatin monohidrata göre daha etkili absorbe edildiğini ve/veya daha fazla yararlı olduğunu gösteren veriler bulunmamaktadır (48).

### 2.2.3.Diğer Formlar

Kreatinin yeni formlarının etkinliğini ve güvenilirliğini kreatin monohidratı baz alarak araştıran bir çalışmada (42), bilimsel literatürde yer alan kreatin formları derlenmiştir. Bu çalışmada, dünya piyasalarında besin destekleri, diyet suplemanları ve doğal sağlık ürünleri adı altında pazarlanan çeşitli kreatin formları araştırılmıştır. Derlemede farklı kreatin formlarının içerdiği kreatin miktarının değiştii tespit edilmiştir (Tablo 2.1). Kreatin monohidratın kreatin içeriğinin %87.9, kreatin anhidrit (suyu uzaklaştırılmış) dışındaki diğer kreatin formlarının kreatin içeriğinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (42).

Tablo 2.1. Kreatinin farklı formlarının kreatin içeriği

Kreatin Formu	Kreatin İçeriği (%)	CM'tan Farkı (%)
Kreatin anhidrit (susuz)	100,0	13,8
Kreatin monohidrat	87,9	0,0
Kreatin etil ester	82,4	-6,3
Kreatin malat	74,7	-15,0
Kreatin sitrat	66,0	-24,9
Kreatin prüvat	60,0	-31,7
Kreatin $\alpha$ -amino bütirat	56,2	-36,0
Kreatin $\alpha$ -ketogluterat	53,8	38,8
Sodyum kreatin fosfat	51,4	-41,5
Kreatin taurinat	51,4	-41,6
Kreatin pyroglutamat	50,6	-42,4
Kreatin ketoizokaproat	50,4	-42,7
Kreatin orotat	45,8	-47,9
Karnitin kreatinat	44,9	-49,0
Kreatin dekanat	43,4	-50,7
Kreatin glukonat	40,2	-54,3

CM: Kreatin monohidrat

### 2.3.Kreatinin Performans Üzerine Etkileri

Son yıllarda kreatinin egzersiz performansına etkisini inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır. Örneğin kısa süreli kreatin monohidrat suplementasyonunun maksimal kuvveti %5-15, hareket süresince maksimal eforu gerektiren kas kontraksiyonu için yapılan işi %5-15, sprint performansını %1-5 ve tekrarlı sprint performansını %5-15 oranında geliştirdiği rapor edilmiştir (10). Uzun süreli CM suplementasyonunun ise antrenman kapasitesini geliştirdiği ve % 5-15 oranında kuvvet ve performans artışı sağladığı görülmektedir (10,11).

Teorik olarak kreatin performansı birden fazla mekanizma ile etkileyebilir. Dinlenik kaslardaki kreatin ve fosfokreatin depolarının artışı, aktivite sırasında fosfokreatinin yeniden sentezlenme oranında da artış sağlar. Daha düşük laktat, amonyak ve/veya hipoksantin üretimi ile metabolik verimlilik ve yüksek antrenman yüklenmelerine adaptasyon artar (10).

CM suplemantasyonunun en az sprint, yüzme ve futbolda egzersiz performansında sağladığı gelişim kadar bisiklet çevirme gücünde, bench pres ve jump squat performansı total iş gücünde de antrenmana kısa süreli adaptasyon sağladığı rapor edilmiştir (12-15).

Kreatin suplemantasyonu araştıran çalışmaların çoğu, kısa süreli yüksek şiddetli sporlarda, özellikle kısa dinlenme süresi içeren tekrarlayan hareketlerde yararlı etkilerinin olduğunu göstermiştir.

Williams ve Branch (16) adenzotrifosfat-fosfokreatin (ATP-PCr) enerji sisteminin azami enerji potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedirler. Kas PCr depoları parçalanabilir ve hızlı ATP resentezi için enerji salınır. PCr miktarının sınırlı olmasına rağmen, toplam ATP ve PCr 5-10 saniyede sonlanan maksimal efor egzersizini sürdürebilecek kabiliyettedirler (16). Bu nedenle, yorgunluk PCr düzeyindeki hızlı azalmaya bağlı oluşabilir.

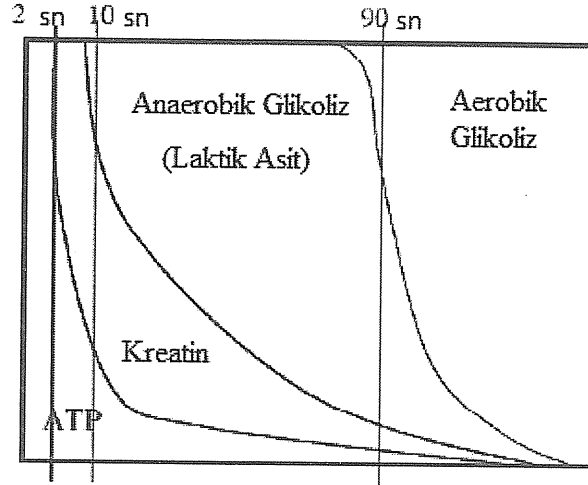
Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde maksimal anaerobik güç ve anaerobik kapasite endojen ATP ve PCr seviyelerine bağlı olabilir. Özellikle anaerobik kapasite için sınırlı olan intramusküler ATP'ye hızla çevrilebilen PCr seviyesi önemlidir (16). Bu yüzden dışarıdan kreatin suplemantasyonu ile total kas kreatinindeki artış, aralıklı, yüksek şiddetli kısa süreli egzersiz sırasında sentez oranını artırarak ve toparlanma sırasında da PCr'in yeniden sentezini geliştirerek ergojenik bir etki sağlayabilir (17).

Vücutta birçok farklı yolla ATP yenilenebilir. Adenzodifosfatın (ADP) yüksek enerjili fosfat bağı ile fosforlanması ile ATP oluşabilir. ATP üretim sistemlerinden biri de anaerobik glikolizdir. Oksidatif fosforilasyon ise vücutta bir başka ATP üreten sistemdir (18).

Hangi iskelet kasının ne kadar PCr kullanacağı egzersizin şiddetine ve süresine göre değişiklik gösterebilir (Şekil 2.1). Egzersizin şiddeti aerobik gücü aştığı zaman, kaslar yakıt olarak PCr ve kas glikojenini kullanarak anaerobik sistemi



kullanmaya başlar. Egzersiz veya sporun en şiddetli periyotlarında kaslar PCr depolarını maksimum düzeyde zorlar (19).



Şekil 2.1. Kas aktivitesi için süreye bağlı olarak kullanılan baskın enerji kaynakları (20-23).

Kreatin suplementasyonunun, özellikle sprintler arası 30 saniyeden 5 dakikaya kadar toparlanma aralığı olan ve 6-30 saniye süreli sprintlerde, tekli ve/veya tekrarlı sprint performansı geliştirebileceği rapor edilmiştir.

Kreatin monohidrat suplementasyonunun egzersiz performansını geliştirmedeki etkinliğini değerlendiren çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların yaklaşık olarak %70'inde egzersiz kapasitesinde anlamlı gelişmeler rapor edilmiştir (10).

Bazı çalışmalar CM suplementasyonu ile ağırlık artışının ilişkili olduğunu ve bunun koşma ve yüzme gibi sporlarda zararlı olabileceğini ileri sürmesine rağmen, CM suplementasyonunun performans üzerine ergolitik bir etkisi rapor edilmemiştir. Bu çalışmalarda ortalama performans artışının %10-15 olduğu belirtilmektedir. Kreatin monohidrat suplementasyonunun maksimal güç/kuvvet gelişimini %5-15, maksimal efor gerektiren kas kontraksiyonlarında yapılan iş performansını %5-15,

tekli sprint performansını %1-5 ve tekrarlı sprint performansını ise %5-15 oranında geliştirdiği rapor edilmiştir (10).

Araştırmaların neredeyse tamamında uygun kreatin monohidrat suplemantasyonunun yüklemenin ilk haftasında vücut kitlesinde yaklaşık 1-2 kg kadar bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (24).

Kreatin suplemantasyonu ile gelişen kısa süreli adaptasyonlar; bisiklet gücü, bench press ve squat jumpta total iş performansı, sprint, yüzme ve futbolda geliştirilen spor performansını kapsamaktadır (12, 13, 15, 25-29).

Kreatin suplemantasyonu ile gelişen uzun süreli adaptasyonlar; artmış kas kreatin ve PCr içeriği, yağsız vücut kitlesi, kuvvet, sprint performans, güç, zorlayıcı kuvvet oranı ve kas çapıdır (14, 27-33).

Uzun süreli çalışmalarda, 4-12 haftalık antrenman süresinde kreatin monohidrat alan deneklerin vücut kütlelerinde ve/veya yağsız vücut kitleleride plasebo grubuna göre iki kat artış (1-2 kg) görülmüştür (34-37).

Kas kitlesindeki artış, artmış kullanılabilir PCr ve gelişmiş ATP yenilenmesi ile gelişen yüksek şiddetli egzersiz performansının bir sonucu olarak görünmektedir. Bu sayede sporculara daha zorlu antrenman yapma imkanı sunulmakta ve kas hipertrofisini desteklemektedir (38-40).

Çok sayıda çalışmanın rapor ettiği olumlu sonuçlar, kreatini yüksek şiddetli egzersiz kapasitesini ve yağsız vücut kitlesini artıran en etkili besin desteği olduğu sonucuna ulaştırmaktadır.

#### **2.4.Genç Sporcularda Kreatin Kullanımı**

Genç popülasyonda yapılan araştırmalardan biri 14-18 yaş aralığındaki gençlerin % 8.2 oranında supleman kullandığını, bu kullanıcıların % 75'inin ne kadar kreatin tükettiklerinin veya önerilen dozdan ne kadar fazla aldıklarının farkında olmadıklarını belirlemiştir (56). 10-18 yaş grubunda kreatin kullanımının ise % 5.6 olduğu rapor edilmiştir (57). Son tahminlere göre kolejlerde sporcuların kreatin kullanım oranı % 25-78 aralığında değişmektedir (58, 59).

Kreatinin çocuklar ve adolesanlarda kullanımı üzerine yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Amerika'da bir Spor Hekimliği Merkezi 14-18 yaş

aralığındaki 328 (183 erkek, 146 kız) lise öğrencisi sporcunun kreatin kullanım durumlarını araştırmıştır. Öğrencilerin %8.2'sinin (26 erkek, 1 kız) kreatin kullandığı, kreatin kullananların %30'unun nadiren, %35'inin haftalık, %35'inin ise günlük olarak kullandığı belirlenmiştir (24).

Uzun süreli kreatin suplementasyonunun yan etkilerini araştıran bir çalışmada, 18-23 yaş aralığında 98 futbolcuya 5 gün boyunca 15.75g/gün ve sonrasında ortalama 5g/gün kreatin verilmiştir. 21 ay süren çalışmada denekler 0-6 ay (ortalama 4.4±1.8 ay, n=12), 7-12 ay (ortalama 9.3±2.0 ay, n=25), 12-21 ay (ortalama 19.3±2.4 ay, n=17) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda, uzun süre (21 aya kadar) kreatin kullanan sporcuların sağlık durumu değerlendirmeleri kreatin kullanmayan sporcularla karşılaştırıldığında yan etkisinin olmadığı belirtilmiştir (60).

## 2.5.Önerilen Doz

Avustralya Spor Enstitüsü (AIS) performans gelişimine yardımcı kreatin tüketimi için hızlı yükleme ve yavaş yükleme olmak üzere iki protokol önermektedir. Hızlı yüklemede 4 x 5g kreatin 4 gün, yavaş yüklemede 3g kreatin 28 gün boyunca verilmektedir. Her iki protokolde de kaslar kreatin ile doyurulmaktadır. Bu yüklemelerden 4 hafta sonra kas kreatin düzeyi normal seviyesine dönmektedir. Günde 3g idame doz alımı yükselmiş kreatin seviyesinin korunmasını sağlamaktadır. AIS'in beslenme departmanına göre kreatinin yüksek oranda (50-100 g) karbonhidrat ile birlikte tüketilmesi kreatin alımını artırabilir (40).

## 2.6.Kreatin Kullanım Protokolleri

Bir besin desteği olarak kreatin kullanımı ve yükleme protokolleri hakkında çeşitli araştırma sonuçları yayınlanmıştır. Bu protokollerin etkin ve yaygın olarak kullanılanları şu şekildedir:

- 1.Hızlı yükleme: 5 günlük aralıklı dozlarla (ör. 4 x 5 g) yükleme (44).
- 2.Yavaş yükleme: Günlük 3 gram doz ile uzun bir periyotta (28 gün) gerçekleşen yükleme (44).

İdame doz: Günlük 3 gram idame doz kullanımı, yükselmiş kas kreatin seviyesinin sürekli yüksek kalmasına olanak sağlar (29).

Klinik insan deneyleri yüklenme fazında 26 g/gün'e kadar kreatin dozu vermekte ve 6 g/gün idame dozu içermektedir (61).

Kreatin dozlarını yüksek karbonhidrat (50-100 g) ile tüketmek kreatin alımını ve kas kreatin depolarını artırır (62). Kreatin dozlarının karbonhidrattan zengin yemek ya da ara öğünlerle birlikte alınması, bireylerin kreatin suplementasyonuna olumlu yanıt vermelerine ve kas kreatin depo eşiğine ulaşmalarına yardımcı olabilir.

Akut kreatin yüklenme ile ilişkili olarak yaklaşık 600-1000 gram ağırlık artışı, vücutta su tutulumunun belirtisi olabileceği, yavaş yüklenme protokolü ile bu ağırlık artışının engellenebileceği ileri sürülmektedir. Yavaş yüklenme ile ilişkili olarak vücut ağırlığındaki herhangi bir değişiklik, uzun süreli antrenmanların sonucu ya da normal vücut kitlesindeki dalgalanmalar ve diyet müdahaleleri ile maskelenebilir (42).

Kas kreatin depolarını yükseltmenin en hızlı yolu en az 3 gün  $\sim 0.3$  g/kg kreatin monohidrat tüketmek ve yüksek kas kreatin seviyesini sürdürmek için takip eden günlerde 3-5 gram idame doz kullanmak olarak belirlenmiştir. Küçük miktarda (2-5 g/gün) kreatin monohidrat tüketimi ile de kas kreatin depoları yaklaşık 3-4 haftalık sürede maksimum düzeye çıkmaktadır (63).

Kas kreatin depolarını artırmak için farklı suplementasyon protokolleri ileri sürülmektedir. Kas kreatin depolarındaki artış miktarı suplementasyon öncesi kreatin seviyesine bağlıdır. Az miktarda et ve balık tüketenlerde olduğu gibi düşük kas kreatin seviyesine sahip bireylerde suplementasyon ile kas kreatin depolarında %20-40 oranında bir artış olurken, başlangıç düzeyi yüksek bireylerde bu artış %10-20 oranıyla sınırlı kalmaktadır (24).

İskelet kası kreatin içeriğindeki artışın büyüklüğü çalışmalarda rapor edilen performans değişiklikleri ile kreatin düzeyi artışının korelasyon göstermesi açısından önemlidir (22, 64).

Literatürde sıklıkla tanımlanan suplementasyon protokolü, 5-7 gün süreyle günlük yaklaşık 0.3 g/kg kreatin monohidrat (günde 4 kez yaklaşık 5 gram şeklinde) ve ardından takip eden günlerde 3-5 gram kadar idame doz tüketimi şeklindedir (65, 40).

Araştırmalar bu protokolle kas kreatin depolarının %10-40 oranında arttığını göstermektedir (66, 67).

Bazı araştırmalar ise yükleme için sadece 2-3 günlük bir sürenin yararlı olacağını ve özellikle karbonhidrat ve protein ile birlikte alındığında daha etkili bir yükleme olacağını ileri sürmektedirler (62, 68). Ayrıca bir başka çalışmada günde kas kitlesi kilogramı başına 0.25 g kreatin alımının da kas kreatin depolarının artırılmasında etkili olabileceğini belirtmektedir (47).

Diğer nerilen suplemantasyon protokolleri arasında yükleme fazı olmadan yapılan kreatin suplemantasyonu kullanımı yer almaktadır. alışmalar, yükleme protokolü olmadan 28 gün boyunca günde 3 g kreatin tktilerek kas kreatin depolarının artırılabilceğini (44) ve 12 hafta boyunca günde 6 g tktildiğinde ise kas hacmi ve kuvvetinde artış meydana gelebileceğini rapor etmiştir (38, 39).

Bu protokollerin de kas kreatin depolarının artırılmasında etkili olduğu görülmektedir, fakat bu artış aşamalı olduğundan ergojenik etki diğer protokoller kadar hızlı olmamaktadır. Örneğin, bisiklet protokolü her 3-4 haftada 3-5 gün yükleme dozu tktimini gerektirir (65, 66). Bu bisiklet protokollerinin kas kreatin içeriğini artırma ve artmış düzeyi sürdürmede etkili olduğu görülmektedir. Uygulamadan sonra 4-6 haftalık bir sürede kas kreatin düzeyi başlangıç değerine düşmektedir (31, 69).

### 3.BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda akut likit kreatin desteğinin tekrarlı sprint performansına etkisini belirlemektir. Bu bölümde araştırma grubu, deneysel kurgu, verilerin toplanması ve verilerin analizine ilişkin ayrıntılar sunulmuştur.

#### 3.1 Araştırma Grubu

Çalışmaya, gençler liginde oynayan, haftanın 5 günü düzenli antrenman yapan ve vejetaryen olmayan 13 erkek basketbolcu (yaş:  $17.46 \pm 0.66$ , boy:  $194.2 \pm 4.6$  cm, vücut ağırlığı:  $83.79 \pm 9.12$  kg ve antrenman yaşı:  $6.31 \pm 2.29$  yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Veri kayıpları nedeni ile araştırma 8 katılımcı ile tamamlanmıştır. İlk teste deneklerin tamamı, ikinci ve dördüncü testte 11'i, üçüncü teste 12'si, beşinci teste 10'u ve son teste 8'i katılmıştır. Araştırmanın sonucunda, testlerin tamamına katılan 8 sporcu değerlendirilmiştir.

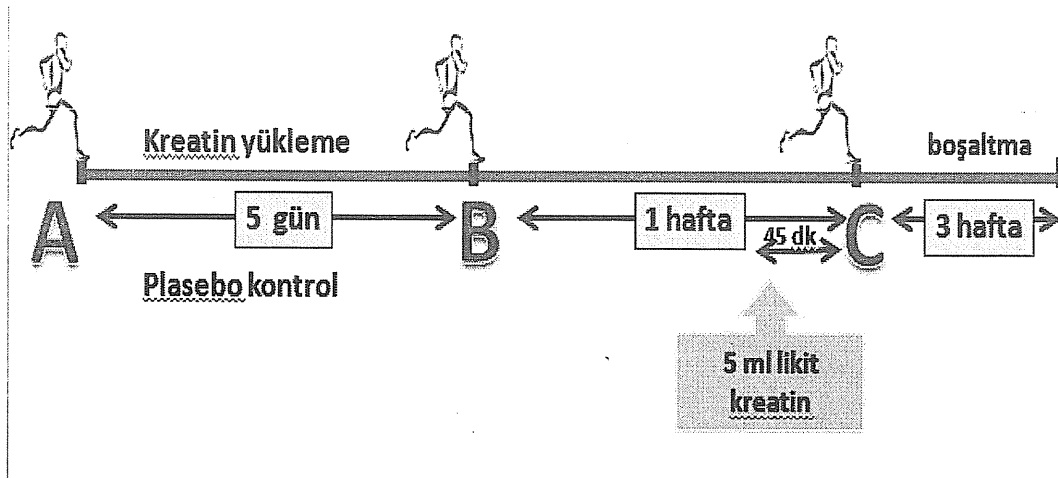
Katılımcılar, daha önce kreatin suplemanı kullanmamış basketbolcular arasından seçilmiştir.

#### 3.2 Deneysel Kurgu

Bu çalışma randomize, çift kör, çapraz düzende plasebo kontrollü olarak dizayn edilmiştir. Katılımcılar toplam 6 farklı koşulda teste katılmışlardır: Plasebo öncesi (PL-Ö), plasebo sonrası (PL-S), plasebo + akut likit kreatin alımı sonrası (PL+LK), kreatin yüklemesi öncesi (KR-Ö), kreatin yüklemesi sonrası (KR-S) ve kreatin yüklemesi + akut likit kreatin alımı sonrası (KR+LK).

Sporcular başlangıçta randomize olarak kreatin ve plasebo olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Her iki gruba da herhangi bir suplemenasyon yapılmadan 10x15 m tekrarlı sprint testi yapılmıştır. Daha sonra, kreatin grubuna 5 gün süresince kreatin yüklemesi yapılırken, plasebo grubuna benzer tat ve renkte meyve suyu aromalı su verilmiştir. Yükleme süresinin sonunda (6. gün) her iki grup ikinci performans testine alınmış ve kreatin yüklemesinin tekrarlı sprint performansına

etkisi incelenmiştir. İkinci testten bir hafta sonra her iki gruba da egzersizden 45 dakika önce dil altına 2.5 gram kreatin eşdeğerinde 5 ml likit kreatin suplementasyonu yapılmış üçüncü kez test edilmişlerdir (Şekil 3.1). Böylece kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan gruplarda akut likit kreatin supplementasyonunun tekrarlı sprint performansına etkileri incelenmiştir. Çalışmanın çapraz dizaynında, kreatin yüklemesi yapılan grubun kas kreatin düzeylerinin bazal seviyeye dönmesi için 3 haftalık (21 gün) boşaltma süresi verilmiştir (3, 70, 71). Bu süre yüklemenin bittiği günden sonra başlatılmıştır. Boşaltım süresinin tamamlanmasını takiben gruplar çaprazlanarak çalışmanın ilk bölümünde gerçekleştirilen uygulamalar ve testler tekrarlanmıştır. Böylece tüm katılımcıların, 6 farklı koşulda çapraz düzende test edilmeleri sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Deneysel kurgu

Katılımcıların anaerobik performansı 10x15m tekrarlı sprint testi ile belirlenmiştir. Katılımcıların dinlenik, test ve toparlanma kalp atım hızları kaydedilmiştir. Tüm testlerden önce katılımcıların besin tüketim kayıtları, vücut kompozisyonları, hidrasyon durumları, her test öncesi ve sonrasında parmak ucu ve venöz kan örnekleri alınarak laktat, LDH, CK, serum kreatinin, plazma elektrolit düzeyleri belirlenmiştir.

Sporcuların, performans testlerinden 24 saat öncesinde egzersiz yapmamaları sağlanmıştır. Tekrarlayan testler günün aynı saatinde ve yemekten 3 saat sonra

yapılmıştır. Sporcular araştırma süresince aynı antrenman programını sürdürmüşler ve herhangi bir ergojenik besin desteği kullanmamışlardır. Toplanan venöz kan örneklerinde serum kreatinin düzeyleri incelenmiştir. Plazma LDH, CK ve laktat parametreleri yorgunluğun göstergesi olarak değerlendirilmiş ve bu parametrelerdeki değişiklik incelenmiştir. Performans göstergesi olarak sprint test süreleri değerlendirilmiştir.

### 3.3.Kreatin Suplemantasyon Protokolü

Kreatin yüklemesi, literatürde sıklıkla kullanılan (3, 10, 44, 56, 66) ve kas kreatin ve fosfokreatin seviyelerinde %10-40 artış sağladığı bildirilen (3, 44) protokolle yapılmıştır. Genç sporcularda kreatin suplementasyonun performansı ve kas kitlesini artırdığını gösteren çalışmalardan hareketle, herhangi bir yan etki ile sonuçlanmayan uygun bir kreatin monohidrat dozu seçilmiştir (3, 44, 56). Buna göre, kreatin yüklemesi günde 0.3 g/kg/vücut ağırlığı dozunda 5 gün süresince uygulanmıştır. Sporcuların vücut ağırlıklarına göre belirlenen günlük yükleme dozları (EK 2) dörde bölünüp her biri meyve suyu aromalı 330 ml suya karıştırılmıştır. Sporcular karışımları 4 saat arayla (örneğin; 8:00-12:00-18:00-22:00) tüketmiştir (Tablo 3.1). Plasebo ve kreatin grupları forma numaralarına göre rastgele seçilmiş, sporcular içecekleri bu numaralara göre almıştır. Böylece yükleme yapılan sporcular ve yüklemeyi yapan araştırmacının çift kör olması sağlanmıştır.

Plasebo grubuna ise 5 gün boyunca, benzer tat ve renkte dört parça halinde sadece meyve suyu aromalı su verilmiştir (4x330 ml).

Kreatin monohidrat, GNC firmasından temin edilmiştir. Bu ürün, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın 26.02.2009 tarih ve 906000340 nolu izni ile ithal edilmiş olup toz şeklindedir. Likit kreatin olarak, MMUSA firmasının ürettiği ATP Kreatin Serum (150 ml) kullanılmıştır.



Tablo 3.1. Kreatin suplementasyonu

Testler	Kreatin Grubu	Plasebo Grubu
1.Test : Yükleme öncesi testler	KR-Ö	PL-Ö
Yükleme Haftası (5 gün)	Günlük yükleme dozu (0.3 g/kg) 4 parçaya bölündü, her bir parça 330 ml su ve meyve suyu aroması ile karıştırılarak 4 saat aralıklarla günlük tüketildi.	(330 ml su + Meyve suyu aroması) x 4 /gün
2.Test : Yükleme sonrası testler	KR-S	PL-S
3.Test : Akut likit kreatin desteği sonrası testler	KR+LK	PL+LK
<b>Boşaltma Süresi (21 gün)</b>		

KR-Ö:Kreatin öncesi, PL-Ö: Plasebo öncesi, KR-S:Kreatin sonrası, PL-S: Plasebo sonrası, KR+LK: Kreatin + likit, PL + LK: Plasebo + likit.

### 3.4.Verilerin Toplanması

#### 3.4.1.Anaerobik Performans Testi: 10x15 m Tekrarlı Sprint

Son dönemde yapılan çalışmalar tekrarlı sprint beceri protokollerinin spor dalına özel mesafe ve toparlanma süresine uygun olması gerektiğinin önemini belirtmektedir (72, 73). Bu nedenle performans testi olarak, basketbol oyuncularının oyun esnasında yaptıkları hareketlere ve saha uzunluğuna uygun olan 10x15m tekrarlı sprint testi tercih edilmiştir. Bu test Balvero Alvarez ve arkadaşları tarafından basketbol maç analizleri sonucunda geliştirilmiştir (74, 75, 80). Bu mesafe ve egzersiz tipi, yüksek şiddetli bir oyunda sporcuların en fazla yaptıkları hareket olarak belirlenmiştir (72). 30 saniye pasif toparlanma süresi tekrarlı sprint protokolünü standardize etmek için kullanılmaktadır (76, 77, 78).

Takım sporlarından biri olan basketbol da maç boyunca arka arkaya kısa sprintler gerektiren ağırlıklı olarak anaerobik bir egzersiz türü olarak düşünülmektedir. Tanımlayıcı çalışmalar bu varsayımı desteklemektedir (79). McInnes ve arkadaşları basketbolcuların maç sırasında her 21 saniyede bir 2-6 sn süreyle yaklaşık olarak 105 sprint attıklarını rapor etmişlerdir (79). Bunun sonucu

olarak, ma süresince tekrarlı sprint performansı basketbol kondisyonunun bir performans bileşeni olarak düşünülebilir (79).

Elit düzeydeki basketbol oyuncularının resmi bir maçta 1:10±3 work-rest oranı ile 19-20 sprint serisini sürdürebileceklerini göstermiştir. Bu, 1 dakika veya üzeri bir moladan önce gerçekleşmektedir. Sprint atış dizisinin %93'ü 10 ardışık tekrardan daha fazlasını içermemektedir. Ortalama sprint atış uzunluğu 7.38±0.86 m (5-32 m aralığında), süresi 1.41±0.16 sn (1-8 sn) ve ortalama sprint hızı 19.12±0.72 km/sa'tir (80).

Aşağıda 10x15m tekrarlı sprint testinin bu çalışmada nasıl gerçekleştirildiği ayrıntılı olarak sunulmuştur.

#### 3.4.1.1.İsınma

Asıl performans testleri öncesinde oyuncular 60 dakika pasif olarak dinlendirilmiş ve son 10 dakika kondisyoner eşliğinde ısınma hareketleri yapmışlardır. Isınma süresince oyuncular 10 dakika maksimum kalp atım hızının %60-70 inde jogging yapmışlar, ardından 5 dakika süreyle hızlı bacak hareketleriyle (atlama vb) kısa mesafe 5-10 m sprintleri ve 3-5 x15 m sprintlerle ısınmışlardır (81, 82). Daha sonra 5 dakika stretch yaparak ısınmayı tamamlamışlardır. Katılımcılar, bu ısınma periyodu sonrasında 2 dakikalık pasif dinlenmenin hemen ardından tekrarlı sprint testine alınmışlardır (Şekil 3.2).

#### 3.4.1.2.Tekrarlı Sprint Testi

Tekrarlı sprint testi 30 saniye pasif toparlanma aralıkları ile 10 x 15 m (15 m sprint, 15 m başlangıç noktasına joggingle dönüş) olarak uygulanmaktadır (Şekil 3.2). Test sırasında sprint performansı fotoselli kronometre (Tümer Elektronik Ltd, Türkiye) ile kayıt edilmiştir. Her 15 m düz sprint sırasında maksimal güçlerini gösterebilmeleri için oyuncular sözel olarak motive edilmiş ve testi % 100 performansla tamamlamaları istenmiştir.

Tekrarlı sprint testinden aşağıda belirtilen performans ve yorgunluk göstergeleri hesaplanmıştır:

Toplam sprint süresi (sn): Tüm sprintlerin sürelerinin toplamını göstermektedir.

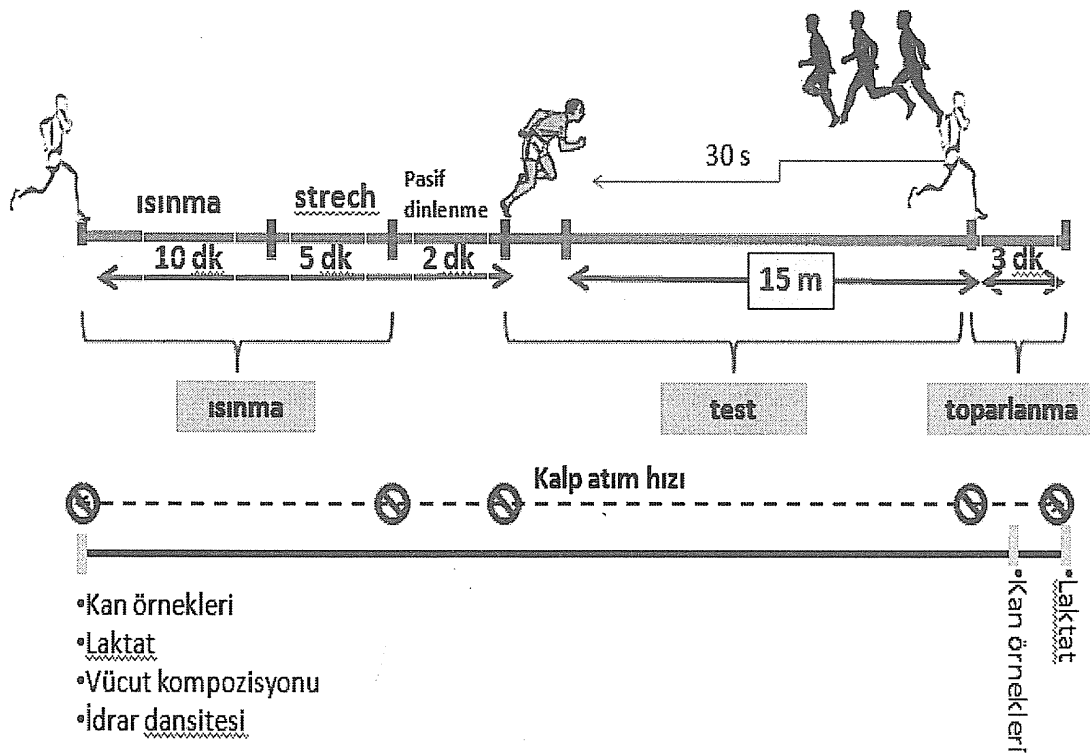
Minimum sprint süresi (sn): Koşulan 10 sprint arasında en hızlı koşulan sprint süresini göstermektedir.

Ortalama sprint süresi (sn): Toplam sprint süresinin atılan sprint sayısına bölümüdür.

Yorgunluk indeksi: Testler sırasında meydana gelen yorgunluk düzeyleri Glaister ve arkadaşlarının önerdiği denklem kullanılarak belirlenmiştir (78, 83):

$$\text{Yorgunluk} = [100 \times (\text{toplam sprint süresi} / \text{ideal sprint zamanı})] - 100$$

İdeal zaman: Sprint sayısı x en hızlı sprint zamanı



Şekil 3.2. Tekrarlı sprint testi

### 3.4.2. Kalp Atım Hızı

Sporcuların kalp atım hızları kalp atım monitörleri ile takip edilmiştir (Polar ProTrainer5). Dinlenik, ısınma, sprint ve toparlanma kalp atım hızları belirli aralıklarla kalp atım monitörüne koyulan ayırıcı işaretlerle belirlenmiştir. Test öncesi pasif dinlenme halinde dinlenik, 15 dakikalık ısınma ve stretching süresinde ısınma,

test sırasında sprint ve test sonu ile toparlanmanın 3. dakikası arası toparlanma kalp atım hızı olarak belirlenmiştir. Veriler Polar ProTrainer programına aktarılmış, belirlenen aralıklardaki kalp atım hızları ile maksimum ve ortalama kalp atım hızları hesaplanmıştır.

#### 3.4.3.Kan Analizleri

Yorgunluk parametreleri ve kan biyokimyalarının değerlendirilmesi amacıyla test öncesi ve hemen sonrasında cephalica veya basilica venlerinden venöz kan örnekleri alınmıştır. Kan örnekleri deneyimli bir hemşire tarafından alınmış olup soğuk zincirle Hacettepe Üniversitesi Biyokimya Laboratuvarına gönderilmiştir.

Laktik anaerobik sistem değerlendirmesi için test öncesinde ve testten hemen sonra pasif toparlanmanın 3. dakikasında laktat tabancası kullanılarak parmaktan kan örneği alınmıştır. Kan örnekleri kitlere (lactate stripe) alındıktan sonra laktat analizöründe değerlendirilmiştir (EKF Lactate Sqout, Almanya).

#### 3.4.4.Vücut Kompozisyonu ve Hidrasyon Düzeyleri

Hidrasyon düzeylerini belirlemek amacıyla her test öncesinde sporcuların idrar dansiteleri refraktometre (SSA0010, Çin) ile belirlenmiştir. Katılımcıların vücut kompozisyonu da aynı şekilde her test öncesinde biyoelektrik impedans analizörü kullanılarak (Bodystat 1500, İngiltere) ölçülmüştür.

#### 3.4.5.Besin Tüketim Kaydı ve Analizi

Bu çalışmada sporcuların benzer koşullarda testlere girmelerini sağlamak amacıyla besin tüketim durumları test günleri ve yükleme haftasında besin tüketim kaydı yöntemi ile belirlenmiş ve beslenme bilgi sistemi programında (BeBis 7, Almanya) analiz edilmiştir. Katılımcılara besin tüketim formu (EK 3) verilerek uygun şekilde doldurmaları istenmiştir. Bilindiği üzere diyetin enerji ve karbonhidrat miktarı anaerobik performans ölçümlerini etkilemektedir. Protein alımı vücut kas kitlesini etkilediğinden, arginin, glisin, metionin aminoasitleri ise vücutta kreatin

sentezinde kullanıldıklarından suplemantasyon sırasında diyetle alınan protein ve kreatin miktarının denekler arasında farklı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla besin tüketim analizine dahil edilmişlerdir.

### 3.5. Verilerin Analizi

Tüm değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel ve analitik yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Değişkenler normal dağılım gösterdiği için tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma kullanılarak verilmiştir. Farklı koşullarda tekrarlanan testlere verilen yanıtların karşılaştırılması amacıyla Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi kullanılmıştır. Ön test ve son test ölçümlerinin yapıldığı değişkenlerin 6 farklı test koşulunda belirlenen değişimlerinin karşılaştırılmasında, son test değerleri ile ön test değerleri arasındaki fark hesaplanmış ve Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi bu fark değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Böylece, tekrarlı sprint testi öncesi dinlenik değerlerin test sonrası değerler üzerindeki etkisi elimine edilmiştir. Sferisite varsayımının sağlanmadığı durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçlarına göre farklı bulunan değişkenlerde farklılığın hangi veri grubundan kaynaklandığı Bonferroni *post hoc* testi kullanılarak belirlenmiştir. Verilerin analizi SPSS 16 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup tüm istatistiksel analizlerde  $p < 0.05$  düzeyi anlamlı olarak kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda egzersiz öncesi akut olarak alınan likit kreatin desteğinin tekrarlı sprint performansına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bölümde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçlarına göre ulaşılan bulgular araştırmanın amaçları kapsamında sunulmuştur.

##### 4.1. Tekrarlı sprint performansı ve yorgunluk parametreleri

Farklı koşullarda uygulanan tekrarlı sprint testi performans sonuçları Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Tekrarlı sprint testi performans değişkenlerinin karşılaştırılması

	PLASEBO			KREATİN			F	P
	Önce	Sonra	Likit	Önce	Sonra	Likit		
Min. sprint (sn)	2,43 ± 0,07	2,39 ± 0,08	2,43 ± 0,05	2,43 ± 0,13	2,42 ± 0,13	2,41 ± 0,11	0,228	0,948
Top. sprint (sn)	25,22 ± 0,73	24,98 ± 0,69	24,83 ± 0,68	24,97 ± 1,46	25,02 ± 1,50	24,70 ± 0,97	0,491	0,781
Yorgunluk İndeksi	3,92 ± 2,84	4,46 ± 4,41	2,41 ± 0,98	2,75 ± 1,09	3,46 ± 2,03	2,39 ± 1,28	1,216	0,322

Tablo 4.1'de gösterilen tekrarlı sprint testi performans değişkenlerinden minimum ( $F(5, 35) = 0.228$ ,  $p = 0,95$ ), toplam ( $F(5,35) = 0.49$ ,  $p = 0, 78$ ) sprint süreleri ve yorgunluk indeksi değerleri ( $F(5,35) = 1.216$ ,  $p = 0,32$ ) yönünden kreatin ve plasebo ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Plasebo likit (PL+LK) ve kreatin likit (KR+LK) ölçümlerinde hesaplanan yorgunluk indeksi diğer ölçümlerde hesaplanandan daha düşük olmakla beraber bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ).

Farklı koşullarda ölçülen test öncesi ve sonrası laktat, LDH, CK ve serum kreatinin değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Laktat, laktat dehidrogenaz, kreatin kinaz ve kreatinin değerlerinin karşılaştırılması

		PLASEBO			KREATİN			F	P
		Önce	Sonra	Likit	Önce	Sonra	Likit		
Laktat (mmol)	D	1,29 ± 0,33	1,41 ± 0,28	1,26 ± 0,11	1,43 ± 0,48	1,45 ± 0,47	1,58 ± 0,34	0,965	0,453
	TS	4,89 ± 1,39	4,87 ± 1,19	5,83 ± 1,64	4,79 ± 1,95	5,08 ± 2,7	5,38 ± 1,47	0,706	0,623
	f	3,60 ± 1,23	3,46 ± 0,99	4,57 ± 1,71	3,36 ± 1,79	3,63 ± 2,79	3,81 ± 1,42	0,769	0,578
LDH (U/L)	D	361,73 ± 71,43	350,16 ± 47,9	340,50 ± 46,7	374,75 ± 62,82	351,41 ± 48,2	457,0 ± 229,0	1,864	0,212
	TS	410,25 ± 67,63	390,79 ± 65,8	365,28 ± 54,7	406,27 ± 49,34	394,62 ± 56,8	375,21 ± 68,4	2,682	0,037
	f	48,52 ± 32,02	40,63 ± 27,78	24,78 ± 37,54	31,52 ± 35,64	43,21 ± 16,93	-81,81 ± 171,09	3,392	0,102
CK (U/L)	D	504,12 ± 505	501,0 ± 387,5	419,6 ± 297,4	412,0 ± 247,36	520,5 ± 372,6	368,6 ± 207,0	0,773	0,449
	TS	614,38 ± 585,9	578,4 ± 450,5	490,7 ± 326,2	420,38 ± 233,3	599,6 ± 433,8	683,6 ± 824,4	0,47	0,599
	f	110,25 ± 153,01	77,14 ± 64,32	71,12 ± 33,31	8,38 ± 102,76	79,12 ± 62,66	3,15 ± 817,42	0,764	0,419
Kreatinin (mg/dL)	D	0,99 ± 0,17	1,07 ± 0,15	1,18 ± 0,38	0,91 ± 0,21	1,13 ± 0,12	1,15 ± 0,17	2,856	0,103
	TS	1,15 ± 0,19	1,15 ± 0,17	1,26 ± 0,21	0,98 ± 0,17	1,22 ± 0,14	1,22 ± 0,18	6,978	0,006
	f	0,16 ± 0,12	0,081 ± 0,03	0,086 ± 0,26	0,07 ± 0,09	0,091 ± 0,03	0,068 ± 0,08	0,567	0,540

D: dinlenik, TS: test sonu, f: fark.

Tablo 4.2’de sunulan laktat ( $F(5, 35) = 0.77$ ,  $p = 0,58$ ), laktat dehidrogenaz ( $F(1.11, 7.77) = 3.39$ ,  $p = 0,1$ ), kreatin kinaz ( $F(1.08, 7.56) = 0.76$ ,  $p = 0,42$ ) ve serum kreatinin ( $F(1.54, 10.77) = 0.57$ ,  $p = 0,54$ ) fark (f) değerleri yönünden ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Fakat test sonu serum kreatinin değerleri ölçümler arasında anlamlı farklılık göstermiştir ( $F(2.25, 15.72) = 6.98$ ,  $p = 0,006$ ). Bonferroni *post hoc* analizi sonuçlarına göre, kreatin yükleme öncesi (KR-Ö) deneklerin serum kreatinin düzeyi yükleme sonrasında yükselmiştir (KR-Ö:  $0.98 \pm 0.17$  mg/dl, KR-S:  $1.22 \pm 0.14$  mg/dl,  $p=0.004$ ). Kreatin yükleme sonrasında likit kreatin alımı sonrası yapılan ölçümde (KR+LK) serum kreatin düzeyi yükleme öncesi ölçümden daha yüksek bulunmuştur (KR-Ö:  $0.98 \pm 0.17$  mg/dl, KR+LK:  $1.22 \pm 0.18$  mg/dl,  $p=0,012$ ).

Test sonu ölçümlerinde serum LDH değerleri ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ( $F(5, 35) = 2.682$ ,  $p = 0,037$ ). Plasebo likit grubunun (PL+LK) test sonu LDH değerleri ( $365.28 \pm 54.7$ ), plasebo öncesi

(PL-Ö) değerlere ( $410.25 \pm 67.63$ ,  $p = 0,362$ ) ve kreatin yükleme öncesi (KR-Ö) değerlere ( $406.27 \pm 49.34$ ,  $p = 0,133$ ) göre önemli derecede düşük bulunmuştur.

Sporcuların dinlenik, ısınma, sprint, toparlanma, zirve ve ortalama kalp atım hızlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları Tablo 4.3'de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Deneklerin dinlenik, ısınma, sprint, toparlanma, zirve ve ortalama kalp atım hızları

KAH (atım/dk)	PLASEBO			KREATİN			F	p
	Önce	Sonra	Likit	Önce	Sonra	Likit		
Dinlenik	81,5 ± 11,82	83,38 ± 15,46	82,75 ± 14,91	86,5 ± 9,46	89,13 ± 12,63	85,75 ± 7,08	0,49	0,62
Isınma	105,25 ± 12,94	104,12 ± 7,64	107,88 ± 11,74	114,12 ± 15,09	109,75 ± 12,89	109,88 ± 15,92	0,74	0,60
Sprint	155,62 ± 9,79	158,12 ± 10,21	155,62 ± 9,66	167,25 ± 17,41	155,75 ± 8,37	159,38 ± 11,61	1,93	0,19
Toparlanma	111,50 ± 13,41	109,12 ± 11,20	107,00 ± 12,76	110,88 ± 17,2	111,25 ± 12,00	110,25 ± 11,84	0,17	0,97
Zirve	173,25 ± 14,46	169,25 ± 9,34	167,75 ± 11,46	176,5 ± 15,84	170,00 ± 8,78	173,38 ± 10,43	0,99	0,43
Ortalama	116,38 ± 15,71	115,38 ± 15,01	113,38 ± 15,87	129,5 ± 15,79	122,62 ± 9,24	112,12 ± 9,59	0,17	0,69

KAH: Kalp atım hızı.

Tablo 4.3'de görüldüğü gibi dinlenik ( $F(1.9, 13.29) = 0.49$ ,  $p = 0,62$ ), ısınma ( $F(5, 35) = 0.74$ ,  $p = 0,6$ ), sprint ( $F(1.64, 11.47) = 1.93$ ,  $p = 0,19$ ), toparlanma ( $F(5, 35) = 0.17$ ,  $p = 0,97$ ), zirve ( $F(5,35) = 0.99$ ,  $p = 0, 43$ ) ve ortalama ( $F(5, 35) = 0.17$ ,  $p = 0,69$ ) kalp atım hızı değerlerinde ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).



#### 4.2. Vücut kompozisyonu ve hidrasyon durumu

Kreatin yüklemesi yapılan basketbolcularda yüklemenin ve akut likit kreatin suplementasyonunun vücut kompozisyonu ve hidrasyon değerleri üzerindeki etkisine ilişkin bulgular Tablo 4.4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.4.** Vücut kompozisyonu ve hidrasyon değerlerinin karşılaştırılması

	PLASEBO			KREATİN			F	P
	Önce	Sonra	Likit	Önce	Sonra	Likit		
Ağırlık (kg)	84,49 ± 9,07	84,33 ± 9,11	84,42 ± 9,20	83,44 ± 9,87	83,68 ± 9,66	84,30 ± 9,58	1,78	0,142
Yağ (%)	8,29 ± 4,27	9,66 ± 5,21	9,50 ± 5,10	9,35 ± 6,08	8,10 ± 4,27	9,17 ± 6,03	1,60	0,185
Yağ (kg)	7,21 ± 3,97	8,31 ± 4,56	8,20 ± 4,47	8,06 ± 5,21	6,98 ± 3,82	7,91 ± 5,26	1,66	0,170
Yağsız kitle (kg)	77,2 ± 6,78	76,02 ± 7,69	76,22 ± 7,65	75,21 ± 8,08	76,53 ± 7,87	76,38 ± 8,23	1,57	0,194
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,08 ± 2,46	22,03 ± 2,48	22,07 ± 2,50	21,81 ± 2,67	21,88 ± 2,58	22,02 ± 2,54	1,60	0,186
TBW (%)	64,08 ± 3,37	62,82 ± 3,57	63,10 ± 3,32	63,25 ± 4,63	64,18 ± 3,27	63,51 ± 4,60	1,19	0,336
İdrar Dansitesi	1023,88 ± 3,5	1026,12 ± 4,7	1028 ± 2,5	1024 ± 3,67	1025,12 ± 8,4	1024,50 ± 3,2	1,11	0,341

BMI: Vücut kitle indeksi, TBW: Toplam vücut suyu.

Tablo 4.4'te verilen vücut kompozisyonu ve hidrasyon göstergelerinden vücut ağırlığı ( $F(5, 35) = 1.78, p = 0,14$ ), vücut yağ yüzdesi ( $F(5, 35) = 1.6, p = 0,19$ ), vücut yağı (kg) ( $F(5, 35) = 1.66, p = 0,17$ ), yağsız kitle ( $F(5, 35) = 1.57, p = 0,19$ ), BMI ( $F(5, 35) = 1.6, p = 0,19$ ), TBW ( $F(5, 35) = 1.19, p = 0,34$ ) ve idrar dansitesi değerleri ( $F(1.3, 9.38) = 1.1, p = 0,34$ ) yönünden ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Kreatin yüklemesi sonrası (KR-S) vücut yağ yüzdesi ( $9.35 \pm 6.08, 8.1 \pm 4.27$ ) ve yağ kütlesi (kg) değerleri ( $8.06 \pm 5.21, 6.98 \pm 3.82$ ) yükleme öncesine (KR-Ö) göre azalma eğilimi göstermiştir, fakat bu değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Araştırmanın vücut kompozisyonu ve hidrasyon ile ilgili parametreler üzerindeki etkilerine ek olarak, sporcuların hidrasyon düzeyleri plazma elektrolitleri incelenerek de değerlendirilmiştir. Kreatin yüklemesi yapılan basketbolcularda akut likit kreatin suplementasyonunun 10x15 m tekrarlı sprint performansında plazma elektrolitlerinde oluşturduğu değişiklikler Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Serum elektrolit değerlerinin karşılaştırılması

		PLASEBO			KREATİN			F	P
		Önce	Sonra	Likit	Önce	Sonra	Likit		
Sodyum	D	138,21 ± 4,08	139,96 ± 1,58	139,92 ± 2,23	139,59 ± 1,59	139,98 ± 1,89	141,94 ± 1,38	2,87	0,028
(mmol/L)	TS	143,25 ± 1,39	142,39 ± 1,7	144,33 ± 2,09	141,86 ± 1,57	142,76 ± 1,51	142,11 ± 1,86	2,76	0,033
	f	5,04 ± 4,56	2,43 ± 1,51	4,41 ± 2,42	2,28 ± 1,45	2,78 ± 1,28	0,16 ± 2,28	3,49	0,011
Potasyum	D	4,23 ± 0,39	4,17 ± 0,25	4,13 ± 0,33	3,71 ± 0,18	4,23 ± 0,18	4,09 ± 0,23	0,70	0,624
(mmol/L)	TS	3,83 ± 0,27	3,89 ± 0,16	4,01 ± 0,31	3,71 ± 0,18	3,85 ± 0,14	3,82 ± 0,39	1,35	0,265
	f	-0,41 ± 0,43	-0,28 ± 0,24	-0,12 ± 0,48	-0,42 ± 0,25	-0,37 ± 0,27	-0,27 ± 0,52	1,03	0,417
Klorür	D	102,91 ± 3,59	101,79 ± 2,31	101,91 ± 1,79	101,80 ± 1,02	102,40 ± 2,09	104,82 ± 2,88	2,68	0,037
(mmol/L)	TS	105,51 ± 3,44	102,44 ± 1,93	104,68 ± 2,62	104,49 ± 1,56	102,84 ± 1,54	102,98 ± 1,91	3,71	0,008
	f	2,61 ± 4,53	0,64 ± 1,82	2,77 ± 1,71	2,69 ± 1,39	0,44 ± 1,79	-1,83 ± 2,60	4,60	0,033

D: dinlenik, TS: test sonu, f: fark.

Plazma elektrolitlerinden sodyum ( $F(5, 35) = 3.49, p = 0, 011$ ) ve klor ( $F(1.85, 12.95) = 4.6, p = 0, 03$ ) fark (f) değerleri ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,05$ , Tablo 4.5). Bonferroni *post hoc* analizi sonuçları plazma sodyum fark değerlerinin plasebo likit veri grubunda plasebo sonrası veri grubundan daha yüksek olduğunu göstermiştir ( $2.43 \pm 1.51, 4.41 \pm 2.42, p = 0,28$ ). Kreatin likit veri grubunun plazma sodyum fark değerleri ( $0.16 \pm 2.28$ ) plasebo öncesi ( $5.04 \pm 4.56, p = 0,56$ ), plasebo likit ( $4.41 \pm 2.42, p = 0,21$ ) ve kreatin sonrası ( $2.78 \pm 1.28, p = 0,43$ ) fark değerlerinden daha düşüktür. Dinlenik sodyum değerleri *post hoc* analiz

sonuçları kreatin likit veri grubu değerlerinin plasebo sonrası ( $139.96 \pm 1.58$ ,  $p=0,06$ ), kreatin öncesi ( $139.59 \pm 1.59$ ,  $p=0,1$ ) ve kreatin sonrası ( $139.98 \pm 1.89$ ,  $p=0,24$ ) sodyum değerlerinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bonferroni *post hoc* testinde test sonu sodyum değerleri plasebo likit grubunda diğer ölçümlerden daha yüksek bulunmuştur.

Potasyum ( $F(5, 35) = 1,03$ ,  $p = 0,42$ ) fark değerleri ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

Bonferroni *post hoc* analizi sonuçlarına göre plazma klorür fark değerleri kreatin likit grubunda ( $-1.83 \pm 2.60$ ) plasebo likit ( $2.77 \pm 1.71$ ,  $p=0,18$ ) ve kreatin öncesi ( $2.69 \pm 1.39$ ,  $p=0,11$ ) grubundan farklı bulunmuştur. Kreatin likit grubunda plazma klorür değeri test sonrasında öncesine göre azalırken, plasebo likit ve kreatin öncesi veri gruplarında da plazma klorür değeri test sonrasında artmıştır. Dinlenik klorür değerleri *post hoc* analiz sonuçlarına göre, kreatin likit grubu değerleri, plasebo sonrası ( $101.79 \pm 2.31$ ,  $p=0,048$ ), plasebo likit ( $101.91 \pm 1.79$ ,  $p=0,37$ ) ve kreatin öncesi ( $101.80 \pm 1.02$ ,  $p=0,31$ ) klorür değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Test sonu plazma klorür değerleri *post hoc* analizlerinde, plasebo öncesi grupta ( $105.51 \pm 3.44$ ) plasebo sonrası ( $102.44 \pm 1.93$ ,  $p=0,06$ ), kreatin sonrası ( $102.84 \pm 1.54$ ,  $p=0,45$ ) ve kreatin likit ( $102.98 \pm 1.91$ ,  $p=0,48$ ) gruplarından daha yüksek bulunmuştur.

#### 4.3. Besin tüketimi kayıtları

Bu çalışmada sporcuların benzer koşullarda testlere girmelerini sağlamak amacıyla besin tüketim kayıtları test günleri ve yükleme haftalarında kaydedilmiş ve beslenme bilgi sistemi programında (BeBis) analiz edilmiştir. Sporcuların besin tüketimleri yönünden benzer koşullarda testlere alınıp alınmadıklarının belirlenmesi amacıyla değerlendirilen besin tüketimi analiz sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve ölçümler arası karşılaştırmalar Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Besin tüketimi analizleri sonuçlarının karşılaştırılması

	PLASEBO			KREATİN			F	P
	Önce	Sonra	Likit	Önce	Sonra	Likit		
<b>Enerji (kcal)</b>	3411,4 ± 125	3251 ± 119	3282 ± 165	3261,6 ± 552	3330 ± 216	3116 ± 444	0,86	0,517
<b>Protein (g)</b>	133,9 ± 23	110 ± 14	124 ± 23	116,5 ± 11	122 ± 19	112 ± 21	1,56	0,197
<b>CHO (g)</b>	399,7 ± 76	419 ± 66	388 ± 84	477 ± 76	445 ± 43	375 ± 70	1,24	0,310
<b>Arginin (mg)</b>	6713 ± 1886	5444 ± 419	6946 ± 1900	6018 ± 815	5828 ± 998	5916 ± 1234	1,37	0,259
<b>Glisin (mg)</b>	5084 ± 1511	4184 ± 476	4940 ± 1104	4200 ± 555	4471 ± 801	4286 ± 849	1,39	0,251
<b>Metionin (mg)</b>	2790 ± 663	2203 ± 254	2637 ± 642	2331 ± 481	2431 ± 481	2368 ± 530	1,49	0,249

CHO: Karbonhidrat.

Tablo 4.6'da deneklerin test günleri besin alımları analiz edilmiştir. Buna göre besin ögesi alımlarında ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ).

## 5.TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda egzersiz öncesi akut olarak alınan likit kreatinin tekrarlı sprint performansına etkisinin incelenmesidir. Bu çalışma akut likit kreatinin 10x15 m tekrarlı sprint performansına etkisini randomize, çift-kör, çapraz dizaynda ve uygun boşaltma süresi kullanarak inceleyen ilk çalışmadır.

Literatürde kreatin suplemantasyonunun performans üzerine faydalı etkilerinin ortaya koyulması ile birlikte birçok uygulama yöntemi, kullanım/yükleme protokolleri ve kreatin formları geliştirilmiştir (41, 42, 48). Bunun yanı sıra kreatin ile yapılan araştırmalarda benzer kullanım ve yükleme protokollerinin de farklı dozlarda farklı sürelerde kreatin kullanımını önerdiği görülmüştür (29, 44, 61, 63). Bu durum, kas kreatin düzeyinin artırılması ve egzersiz performansının geliştirilmesini amaçlayan gruplarda karışıklığa ve kullanım protokollerinin doğru şekilde uygulanmasında güçlüğü neden olmaktadır. Ayrıca, kreatin kullanımının uygulamadaki bu zorluklarının yanında sporculara fiziksel ve fizyolojik olarak bindirdiği yük de fazladır. Uygulamadaki bu karmaşa ve güçlüğü çözüme yönelik bir fikir oluşturması hedeflenen bu çalışmada, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan gruplarda akut likit kreatinin etkisi araştırılmış ve sadece likit kreatin suplemantasyonu ile yüklemeye yapılmadan performans testlerinde olumlu etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan grupların, tekrarlı sprint performansları, bazı yorgunluk parametreleri (laktat, LDH, CK), serum kreatinin düzeyleri, vücut kompozisyonları ve hidrasyon durumları incelenerek, likit kreatin suplemantasyonunun tekrarlı sprint performansına etkisi araştırılmıştır. Bunun için, araştırma grubu yüklemeye ve plasebo olarak rastgele ikiye ayrılmış ve birer hafta aralıklarla 3 performans testine (ön ölçüm, yüklemeye sonrası ve likit kreatin suplemantasyonu sonrası) katılmışlardır. Üç testin ardından 3 haftalık boşaltma süresi verilerek gruplar çaprazlanmıştır.

Tekrarlı sprint testi performans süreleri, kalp atım hızları, test öncesi ve sonrası laktat değerleri, vücut kompozisyonu ve idrar dansitesi ölçümleri, test öncesi ve sonrası venöz kan örnekleri ve test günleri besin tüketim kayıtları alınarak toplanan verilerin analizleri yapılmıştır. Aşağıda kreatin yüklemesi yapılan ve

yapılmayan gruplarda akut likit kreatin suplementasyonun tekrarlı sprint performansı, bazı yorgunluk parametreleri, vücut kompozisyonu ve hidrasyon düzeyleri üzerine etkisi ve katılımcıların kalp atım hızları ve besin tüketim analizlerine ilişkin tartışma sunulmuştur.

Bu çalışmada deneklerin besin tüketim kayıtları test günleri ve yükleme haftalarında kaydedilmiş ve beslenme bilgi sistemi programında analiz edilmiştir. Besin analizleri sonuçlarına göre, deneklerin enerji ve besin ögesi alımları kendi aralarında, ölçümler arasında ve test günlerinde farklı değildir ( $p>0,05$ ). Bu durum, deneklerin test sonuçlarında beslenme ve enerji alımından kaynaklı bir fark oluşmaması yönünden önemlidir.

Dinlenik, ısınma, sprint, maksimum ve toparlanma kalp atım hızları yönünden ölçümler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ , Tablo 4.3). 10x15 m tekrarlı sprint testi öncesinde deneklerin laktat düzeylerinde olduğu gibi kalp atım hızlarının da farklı olmaması tekrarlı sprint performansı ölçümleri için önemli bir faktördür. Bu, deneklerin testlere benzer fizyolojik koşullarda girdiklerinin ve benzer efor gösterdiklerinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

### 5.1. Tekrarlı sprint performansı ve yorgunluk parametreleri üzerine etkisi

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, farklı koşullarda uygulanan tekrarlı sprint testi performans ölçütleri olarak incelenen minimum, ortalama ve toplam sprint süreleri ile yorgunluk indeksi deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir (Tablo 4.1). Dolayısıyla, akut likit kreatin suplementasyonu, 5 günlük kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan gruplarda tekrarlı sprint performans testi değişkenlerinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Plasebo likit (PL+LK) ve kreatin likit (KR+LK) gruplarının yorgunluk indeksi diğer gruplardan daha düşük olmakla beraber bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).

Bu çalışmanın performans testi sonuçları, kreatin suplementasyonunun yüksek şiddetli egzersiz performansını geliştirdiğini gösteren çalışmaları (27, 84) desteklememektedir. Dawson ve ark. (1995), kreatin suplementasyonunun tekli ve tekrarlı kısa süreli sprint performansına etkilerini araştırmıştır (84). 1x10 sn tekli ve

6x6 sn tekrarlı bisiklet spint performans test protokolünü kullanmış ve 5 gün 4 x 5 g/gün kreatin suplementasyonu yapmıştır. Kreatin grubundaki deneklerin maksimum güçlerinin anlamlı derecede arttığını ve kreatin suplementasyonunun tekli ve tekrarlı kısa süreli sprint performansını geliştirdiğini ortaya koymuştur (84). Mujika ve ark. (2000) kreatin suplementasyonunun yüksek şiddetli egzersiz performansına etkilerini incelenmiştir (27). Denekler 7 gün arayla tekrarlı sprint testine girmişlerdir. Deneç grubu ilk testten sonra kreatin ve plasebo gruplarına ayrılmıştır. Kreatin grubuna 6 gün 4 x 5 g/gün kreatin verilmiştir. Çalışmanın sonucunda kreatin grubunun tekrarlı sprint testini plasebo grubundan daha hızlı yaptıkları rapor edilmiştir (27).

Hoffman ve ark. (2005), kısa süreli (6 gün), düşük doz (6 g/gün) kreatin suplementasyonunun tekrarlı, yüksek şiddetli anaerobik egzersiz performansı parametrelerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığını bildirmişlerdir (91). Bizim çalışmamızda da kreatin yüklemesi ve akut likit kreatin desteği tekrarlı sprint performansı parametrelerinde (sprint süreleri ve yorgunluk indeksi) istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

Kreatin depolarındaki artışın yararlarından biri de yüksek şiddetli egzersiz sırasında anaerobik glikolize bağımlılık oranını düşürerek ve laktat birikimini geciktirerek nöromusküler yorgunluğu azaltmasıdır. Tekrarlı, yüksek şiddetli aktivite içeren performans ölçümlerinde adenosin difosfatın hızlı refosforilasyonunun yorgunluk oranını azaltacağı düşünülmektedir. Hoffman ve ark. (2005), yüksek kas kreatin konsantrasyonunun tekrarlı, yüksek şiddetli egzersiz sırasında yorgunluğa direnç geliştirdiği hipotezini destekleyen sonuçlar bulmuşlardır. Fakat bu çalışmada, yorgunluk indeksinin ölçümler arasında farklı bulunmaması Hoffman ve ark.'nın (2005) bulgusunu desteklememektedir (83, 91).

Kreatin suplementasyonunun anaerobik performans üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar (17, 85-90) oral kreatin suplementasyonunun yüksek şiddetli egzersiz performansı üzerine herhangi bir olumlu etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Bu çalışmanın bulguları da, yukarıdaki araştırmaları desteklemektedir (17, 85-90).

Bireylerin ön test laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). 10x15 m tekrarlı sprint testi öncesinde deneklerin laktat düzeylerinin farklı olmaması performans ölçümleri için önemli faktörlerden biridir.

Sporcuların test sonrası laktat değerleri kreatin yüklemesi ve akut likit kreatin suplemantasyonu ile plasebo grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuç, Oliver ve ark.'nın (2013) kreatin suplemantasyonunun artan bisiklet egzersizi sırasında laktat eşiğini artırarak kan laktat seviyesini azalttığını rapor ettiği çalışmayı desteklememektedir (92). Laktat fark değerlerinin ölçümler arasında anlamlı bir fark göstermemesi, yapılan farklı uygulamaların (PL-, PL-S, PL+LK, KR-, KR-S, KR+LK) tekrarlı sprint performans testi sırasında laktat oluşumunu azaltmadığını göstermektedir.

10x15 m tekrarlı sprint performans testinde sprintler arası verilen 30 sn pasif toparlanma ile laktat eliminasyonunun gerçekleşmesi beklenmiştir. Sprintler arası laktat düzeyinde farklılık olup olmadığı tespit edilememiştir, fakat sprintler arası 30 sn'lik aktif toparlanmanın test sonucu (toparlanmanın 3. dk'sında ölçülen) laktat düzeyine olumlu bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Tablo 4.2). Bu konuda Spencer ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada, egzersiz sonrası kan laktat konsantrasyonlarında aktif ve pasif toparlanma protokollerinin her ikisinde de önemli bir fark olmadığını yaptıkları biyopsi çalışmasıyla belirtmişlerdir (93). Ayrıca, aktif toparlanmanın bir etkisi olarak egzersizden hemen sonra kas laktat konsantrasyonlarının önemli derecede daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (93). Diğer taraftan, Dupont ve ark. (2003, 2004) yaptıkları çalışmalarda aktif toparlanmanın egzersiz sırasında kan laktat kleransını olumlu yönde geliştirdiği belirtilmiştir (94, 95). Bir çok araştırmacı bu durumun nedenini, aktif toparlanma sırasında eklenen egzersizin oksijen ihtiyacı ile laktat oksidasyonu için kullanılabilir oksijenin azalmasının olduğunu belirtmektedir (94, 96).

Bu çalışmanın sonucunda 30 sn pasif dinlenme aralıklı 10x15 m tekrarlı sprint performansının toparlanma evresinde ölçülen kan laktatı kreatin suplemantasyonundan etkilenmemiştir. Bu bulgular, Burke ve ark. (1996) ve Dawson ve ark. (1995) tarafından da desteklenen sonuçlar vermiştir (97, 84). Burke ve ark. (1996) 32 elit yzcye (18 erkek, 14 kadın) 4x5 g/gün 5 gün kreatin monohidrat yüklemesi yapmış, 10 dk aktif toparlanmalı 25, 50 ve 100 m maksimal tekli sprint testine giren, sporcuların laktat düzeylerinin yüklemeden etkilenmediğini belirtmiştir (97). Dawson ve ark. (1995) ise, 9 kişi üzerinde çift kör plasebo kontrollü düzende yaptıkları çalışmada benzer Şekilde 4x5 g/gün, 5 gün kreatin yükleme protokolünü



kullanmışlardır. Performans testi olarak 1x10 s ve 6x6 s (30 s aralıklı) bisiklet sprint testi yapmışlardır. Yükleme öncesi, yükleme sonrası ve yüklemeden 3 gün sonra yaptıkları testlerde deneklerin kan laktatlarının kreatin suplemantasyonundan etkilenmediğini göstermişlerdir (84).

Sonuç olarak, bu çalışmada egzersiz sonrası laktat konsantrasyonu kreatin yüklemesi yapılan grupta yüklemeye yapılmayanlara göre likit kreatin alımı ile anlamlı bir değişiklik göstermemiştir.

Serum LDH ve CK enzim aktiviteleri incelendiğinde (Tablo 4.2), CK enzimi değerleri ölçümler arasında anlamlı fark göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Serum LDH değeri ise son test ölçümlerinde veri grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yapılan *post hoc* analizlerde bu farkın plasebo likit grubundan (PL+LK) kaynaklandığı ve plasebo likit grubunun son test LDH değerlerinin diğer gruplardan daha düşük olduğu bulunmuştur. Buna göre, akut likit kreatin suplemantasyonu ile kreatin yüklemesi yapılmayan grupta yüklemeye grubuna göre daha düşük LDH seviyesi belirlenmiştir.

Kreider ve ark. (2003) kreatin suplemantasyonu sonrasında sporcuların ekstraselüler enzim aktivitelerinin yüksek olmasının yüksek şiddetli egzersiz yapılması sonucu oluşabileceğini belirtmişlerdir (60).

Atashaka ve ark. (2012) kısa süreli kreatin suplemantasyonunun serum LDH ve CK üzerindeki etkilerini incelemek için randomize, çift kör, plasebo kontrollü düzende bir çalışma yapmışlardır (98). LDH ve CK enzim aktivitelerini hücresel hasarın indirekt bir belirteci olarak incelenmiştir. Bu çalışmada sporculara 7 gün süreyle 0.3g/kg/gün kreatin monohidrat verilmiş ve 20 m mekik koşu testi yapılmıştır. Çalışmanın bulguları, kısa süreli kreatin suplemantasyonunun LDH enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Fakat serum CK aktivitesinde suplemantasyonu takiben anlamlı bir artış olduğu rapor edilmiştir. Suplemantasyon öncesi ve sonrası LDH aktivitesinde kreatin ve plasebo grupları arasında fark gözlenmezken, CK aktivitesinin kreatin grubunda plasebo grubundan önemli derecede daha yüksek olduğu gözlenmiştir (98).

Bazı çalışmalar da kısa süreli kreatin suplemantasyonunun serum LDH aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını rapor ederken (60, 100-102), bazıları ise kısa süreli kreatin suplemantasyonu ile serum CK aktivitesinde önemli bir

artış olduğunu belirtmektedir (102-104). Bu sonuçlar ile çalışmamızın farklılık göstermesinin nedeni çalışmanın metodolojisi, suplementasyon, antrenman ve test protokollerindeki farklılıklara bağlı olabilir. Çünkü Rosene ve ark. (2009) araştırmalarında 20 erkeğe 20 g/gün 7 gün kreatin yüklemesi yapmış ve 23 gün 6 g'lık idame doza devam etmişlerdir. Grupları kreatin ve plasebo olarak ikiye bölerek suplementasyon öncesi ve sonrası maksimal dinamik güç ve maksimal izometrik kuvvet değişimlerini incelemişlerdir (100). Santos ve ark. (2004) koşuculara bizim çalışmamıza benzer şekilde 4x5 g/gün 5 gün kreatin yüklemesi yapmıştır, fakat performans testi olarak 30 km koşu testini kullanmıştır (101). Schröder ve ark. (2005) bu çalışmada olduğu gibi basketbolcular üzerinde araştırma yapmıştır, fakat suplementasyon protokolü olarak 5 g/gün sezon boyunca kreatin kullanmış ve belirli aralıklarla kan örnekleri alarak serum enzim aktivitelerini incelemiştir (102). Rawson ve ark. (2001) 18-36 yaş aralığında 23 erkek bireye 20 g/gün 5 gün kreatin yüklemesi yapmış, plasebo ve yükleme olarak ayırdığı grupların suplementasyon öncesi ve sonrası maksimal izometrik kuvvetlerini değerlendirmiştir (103). Cancela ve ark. (2008) ise, 14 futbolcuya 7 gün 15 g/gün kreatin yüklemiş, 49 gün 3 g idame dozla suplementasyona devam etmiştir. Bu süreçte futbola özel antrenmanlarına devam eden sporcuların suplementasyon öncesi ve sonrası kan analizleri ve vücut kompozisyonlarını değerlendirmiştir (104).

Tablo 4.2'de gösterilen değişkenlerden serum kreatinin fark (f) ve ön test ölçümleri veri grupları arasında farklı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). 5 günlük kreatin yüklemesi sonrası serum kreatinin düzeyleri beklenildiği gibi artmıştır (KR-Ö:  $0.91 \pm 0.21$ , KR-S:  $1.13 \pm 0.12$ ). Son testlerdeki serum kreatinin değerleri yönünden ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bonferroni *post hoc* analizi sonuçlarına göre, kreatin yükleme öncesi (KR-Ö) deneklerin serum kreatinin düzeyi son test değerleri yükleme sonrasında (KR-S) yükselmiştir ( $0.98 \pm 0.17$ ,  $1.22 \pm 0.14$ ,  $p=0.004$ ). Bir başka deyişle, bu iki grubun test öncesi serum kreatinin düzeyleri arasında anlamlı bir fark yokken, yükleme yapılan grubun test sonrası serum kreatin değerleri daha yüksektir. Fakat serum kreatinin fark değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaması bu artışın anlamlı olmadığını göstermektedir. Ayrıca kreatin yükleme sonrasında likit kreatin alan grupta da (KR+LK) serum kreatinin düzeyi yükleme öncesinden (KR-Ö) daha

yüksek bulunmuştur ( $0.98 \pm 0.17$ ,  $1.22 \pm 0.18$ ,  $p = 0,012$ ). Bunun nedeni, kreatin likit desteğinin kreatin yüklemesinden 1 hafta sonra verilmesi ve bu 1 haftalık süreçte kreatinin düzeylerinin yüksek seyretmesi olabilir. Ayrıca, bu çalışmada yükselmiş olmasına rağmen serum kreatinin değerleri normal sınırlar içinde bulunmuştur. Bu yükseliş, vücutta kreatinin kreatinine dönüşümündeki artışı yansıtmaktadır.

Powers ve ark. (2003) 7 gün süreyle 25 g/gün ve 5 g/gün (21 gün idame doz) kreatin suplementasyonu sonunda serum kreatinin ve üre kreatinin düzeyinde artış olmadığını belirtmiştir (107).

Buna karşın, sağlıklı yetişkin bireylerde, serum kreatinin düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir artış rapor eden çalışmalar bulunmaktadır. Robinson ve ark. (2000), 5 gün kuvvet antrenmanı program ile birlikte 20 g/gün yükleme dozu ve sonrasında 8 hafta 3 g/gün idame dozda kreatin alan sağlıklı yetişkinlerde serum kreatinin düzeyinde % 33'lük bir artış rapor etmiştir (106). Kreider ve ark. (1998) ise, kuvvet antrenmanı programı ile birlikte 28 gün süreyle 15.75 g/gün kreatin alan futbolcuların serum kreatinin düzeylerinde % 22,5 artış olduğunu bildirmişlerdir (32).

Oral alım sonrası plazma kreatinin miktarında değişim olabilir. Fakat, plazma total kreatinin miktarında istenilen düzeyde potansiyel bir artış direkt olarak tahmin edilemez. Artmış plazma kreatinin miktarı, hedef dokuların azalan biyoyararlılığa bağlı olarak kreatin alımındaki azalma ile sonuçlanabilir. Diğer taraftan plazma kreatinin düzeyinde ilk andaki bir yükselmeyi, plazma seviyesindeki bir azalma takip edebilir. Bu da hedef dokularda kreatin alımının arttığını gösterebilir (108, 109).

## 5.2. Vücut kompozisyonu ve hidrasyon durumu üzerine etkisi

Bu çalışmada kreatin yüklemesinin vücut kompozisyonu bileşenleri ve hidrasyon parametrelerinde değişiklik oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Kreatin yükleme ile vücut kompozisyonu bileşenlerinde bu çalışmada değişiklik oluşmadığı belirlenmiştir. Literatürde kısa süreli kreatin suplementasyonunun vücut kompozisyonuna etkilerini inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğunda kreatin suplementasyonu ile vücut kitlesinde önemli bir artış olduğu belirtilmiştir (22, 23, 62). Kreatin yüklemesi ile vücut kitlesindeki artış oranı

genellikle 1.0-2.2 kg aralığında olup, bu ağırlık artışının nedeninin, artan hücresel osmolariteye bağlı olarak iskelet kasında gerçekleşen su tutumu olduğu ileri sürülmektedir (23, 30, 32, 34, 44).

Bu çalışmada Tablo 4.4'te gösterilen vücut kompozisyonu ve hidrasyon düzeyleri ile ilgili olarak vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve kitlesi, yağsız vücut kitlesi, BMI ve TBW değerleri ile idrar dansitesi ölçümlerinde kreatin yüklemesi ile ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ( $p>0,05$ ). Kreatin yüklemesi sonrası (KR-S) vücut yağ yüzdesi ( $9.35\pm 6.08$ ,  $8.1\pm 4.27$ ) ve kg olarak yağ kitlesi değerleri ( $8.06\pm 5.21$ ,  $6.98\pm 3.82$ ) yükleme öncesine (KR-Ö) göre azalma eğilimi göstermiştir, fakat bu değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Plazma elektrolitlerinden sodyum, potasyum ve klorür değerleri incelendiğinde, sodyum ve klorür fark değerlerinin deney grupları arasında farklı olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). Bonferroni *post hoc* analizi sonuçları kreatin likit grubunun plazma sodyum fark değerlerinin diğer gruplardan daha düşük olduğunu göstermiştir.

Sodyum ön test değerlerinin ölçümler arasındaki farkı da istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Kreatin likit grubunun ön test plazma sodyum değerleri ile plasebo likit grubunun son test plazma sodyum değerleri diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.5).

Potasyum değerleri ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ , Tablo 4.5).

Bonferroni *post hoc* analizi sonuçlarına göre plazma klorür fark değerleri diğer gruplarda artarken, kreatin likit grubunda azalmıştır ( $p<0,05$ ). Klorür ön test değerleri, kreatin likit grubunda diğer grupların plazma klorür değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Son test plazma klorür değerlerinde oluşan anlamı farkın ise, plasebo öncesi gruptan kaynaklandığı ve bu grupta (PL-Ö) son test plazma klorür değerlerinin diğer gruplardan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Kreatin yüklemesi yapılan basketbolcularda akut likit kreatin suplemantasyonunun 10x15 m tekrarlı sprint performansında plazma elektrolitlerinde oluşturduğu değişiklikler incelenmiştir. Tablo 4.5'te de gösterildiği gibi kreatin likit grubunun test sırasındaki plazma sodyum değerlerindeki artış (f) diğer gruplardan

daha düşüktür. Son test ve ön test arasındaki bu farkın daha düşük bulunmasının nedeni, bu grubun test öncesinde plazma sodyum değerinin daha yüksek olması olabilir. Plasebo likit grubunun sprint test sonrası plazma sodyum değerleri diğer grubun diğer gruplardan daha yüksek olması bu grupta sıvı kaybının bir göstergesi olabilir.

Plazma potasyum değerlerinde herhangi bir değişiklik görülmemesi, terle kaybedilen elektrolitlerden (Na, Cl, K) potasyumun diğerlerine oranla daha az kayba uğramasına bağlı olabilir. Test öncesi plazma klorür değerlerinin kreatin likit grubunda diğer gruplardan daha düşük olması ise kreatin yüklemesinin hidrasyon düzeyinde sağladığı olumlu etkinin bir etkisi olabilir. Fakat test sonrasında kreatin likit grubunun plazma klorür değerlerinin diğer gruplardan daha yüksek düzeyde olması bu grubun test sırasında daha fazla sıvı kaybetmiş olabileceğini düşündürmektedir.

### 5.3. Deney Kurgusu

Sonuç olarak, bilimsel literatürde kreatin suplementasyonunun egzersiz performansı üzerine etkilerinin çelişkili bulgular içermesi kullanılan deney dizaynları ile ilişkili olabilir. Çoğu araştırma kesitsel deney dizaynı veya sıralı uygulama yöntemini kullanmıştır. Bir kaç çalışmada çapraz deney dizaynı kullanılmıştır. Çapraz çalışma dizaynının daha az sayıda kullanılmış olmasının nedeni, kreatin yüklemesi sonrasında kas total kreatin düzeyinin bazal seviyeye dönmesi için gerekli sürenin (boşaltma süresi) bilinmediğinden dolayı olabilir.

Lemon ve ark. (2002), örneklem boyutu, egzersiz şekli, dinlenme ve toparlanma aralıkları, kreatin suplementasyonuna ara vermenin geriye kalan etkisi, suplementasyona yanıt vermeyenler, cinsiyet ve yaş etkisi, kullanılan metodoloji gibi çeşitli faktörlerin mevcut kreatin literatürünün yorumlanmasını oldukça zor bir duruma getirdiğini belirtmektedir (110).

Kreatin suplementasyonunun ergojenik bir yararını bulamayan çalışmalar, bunun deneklerin kreatin suplementasyonuna verdiği yanıtların farklı olmasından, suplementasyonun süresinin farklılığından, egzersiz kriterlerinin değerlendirilmesinden ve/veya egzersizin tekrarları arasındaki toparlanma miktarlarından dolayı olabileceğini belirtmektedirler.

Gelecekte bu konuda yapılacak daha çok sayıda çalışma ile, likit kreatinin performansa etkisinde anlamlı sonuçlar elde edilmesi, kreatin monohidrat yüklemesi yapmaksızın likit kreatinin performansı artırmada kullanılabilir besin desteği olarak değerlendirilmesini sağlayacaktır.

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuç

Bu çalışma, kreatin yüklemesi yapılan ve yapılmayan genç basketbolcularda akut likit kreatin desteğinin tekrarlı sprint performansı üzerinde bir etki oluşturmadığını göstermiştir. Akut likit kreatin suplementasyonu sporcuların yorgunluk indeksi ve laktat düzeylerinde değişikliğe neden olmamıştır. Serum LDH ve CK enzimlerinin test sırasındaki artış ve azalışı suplementasyondan etkilenmemiştir. Kreatin yüklemesi yapılan grubun serum kreatinin değerleri artmış ve akut likit kreatin desteği verildiğinde grubun serum kreatinin değerleri yüksek kalmıştır. Kreatin yüklemesi vücut kompozisyonu ve hidrasyon değerlerinde (idrardan dansitesi, TBW, serum potasyum) anlamlı değişikliğe neden olmamıştır. Kreatin yüklemesi yapılan ve akut likit kreatin suplementasyonu yapılan sporcularda plazma sodyum ve klorür fark değerleri diğer ölçümlerden daha düşük bulunmuştur.

- 1) Çalışmamızın birinci hipotezi, “Akut likit kreatin suplementasyonu kreatin yüklemesi yapılan sporcularda tekrarlı sprint performansını artırır.” şeklinde oluşturulmuştu. Kreatin yüklemesi yapılan sporcularda egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonunun minimum, ortalama ve toplam sprint sürelerinde suplementasyon öncesi sürelerle göre anlamlı fark göstermemiştir. Bu nedenle bu hipotezimiz reddedilmiştir.
- 2) Çalışmamızın ikinci hipotezi, “Kreatin yüklemesi yapılmayan sporcularda egzersiz öncesi yapılan likit kreatin suplementasyonu tekrarlı sprint performansını artırır.” şeklinde oluşturulmuştu. Çalışmamızın bulguları, kreatin yüklemesi yapılmayan ölçümler arasında da sprint süreleri yönünden anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Bu nedenle ikinci hipotezimiz de reddedilmiştir.

## 6.2. Öneriler

Bu çalışmadan edindiğimiz tecrübelerden hareketle bu konuda yapılacak yeni çalışmalarda aşağıdaki konuların dikkate alınması önerilir.

1) Bu çalışmada gençler liginde oynayan bir basketbol takımının oyuncularını denek olarak kullanıldığından ve denekler altı farklı koşulda test edildiklerinden test öncesi ve test günlerindeki fiziksel aktiviteleri hedeflenen düzeyde kontrol edilememiş ve beklenenin üzerinde denek kaybı gerçekleşmiştir. Bu nedenle böyle bir araştırmanın sezon öncesi veya sonrası müsabakaların olmadığı dönemde mümkünse kamp ortamında yapılması deneklerin fiziksel aktivite ve besin tüketimlerinin kontrolünü artıracaktır. Ayrıca, denek kaybını azaltacaktır.

2) Kreatin yüklemesine verilen yanıtlarda bireysel farklılıklar gözlenebildiği için kan örnekleri toplanarak yapılan değerlendirmelere ek olarak suplemantasyonun kas kreatin miktarında oluşturduğu değişiklikleri incelemek amacıyla kas biyopsisi yapılabilir.



## KAYNAKLAR

1. Brunzel, N. A. (2003). Renal Function: non-protein nitrogen compounds, function tests, and renal disease. *In Clinical Chemistry*, 373-399.
2. Greenhaff, P. (1997). The nutritional biochemistry of creatine. *J Nutrit Biochem*, 11:610-618
3. Harris, R., Soderlund, K. ve Hultman, E. (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical Science*, 83, 367-374.
4. Balsom, P., Soderlund, K., Sjodin, B. ve Ekblom, B. (1995). Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. *Acta Physiologica Scandinavica*, 1154, 303-310.
5. Bembem M. ve Lamont, H. (2005). Creatine supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Medicine*, 35:107-125.
6. Brosnan, J.T., Da Silva, R.P. ve Brosnan, M.E. (2011). The metabolic burden of creatine synthesis. *Amino Acids*, 40:1325-1331.
7. Persky, A. ve Brazeau, G. (2001). Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate. *Pharmacol Rev*, 53:161-176.
8. Snow, R.J. ve Murphy, R.M. (2003). Factors influencing creatine loading into human skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*, 31:154-158.
9. Ryan, D., Darryn, W., ve Mike, G. (2006). The regulation and expression of the creatine transporter: A brief review of creatine supplementation in humans and animals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3(1): 60-66.
10. Kreider, R. B. (2003). Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Mol Cell Biochem*, 244:89-94.

11. Casey, A., Constantin-Teodosiu, D., Howell, D., Hultman, E. ve Greenhaff, P. (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 271, E31-37.
12. Skare, O. C., Skadberg ve Wisnes, A. R. (2001). Creatine supplementation improves sprint performance in male sprinters. *Scand J Med Sci Sports*, 11:96-102.
13. Mero, A. A., Keskinen, K. L., Malvela, M. T. ve Sallinen, J. M. (2004). Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. *J Strength Cond Res*, 18:306-310.
14. Ostojic, S. M. (2004). Creatine supplementation in young soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 14:95-103.
15. Tarnopolsky, M. A. ve MacLennan, D. P. (2000). Creatine monohydrate supplementation enhances high-intensity exercise performance in males and females. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 10:452-63.
16. Williams, M. H. ve Branch, J. D. (1998). Creatine supplementation and exercise performance: An update. *Journal of the American College of Nutrition*, 17, 216-234.
17. Snow, R. J., McKenna, M. J., Selig, S. E., Kemp, J., Stathis, C. G. ve Zhao, S. (1998). Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1667-1673.
18. Mommaerts, W. F. (1969). Energetics of muscular contraction. *Physiological Reviews*, 49, 427-508.
19. Wyss, M. ve Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and creatinine metabolism. *Physiological Reviews*, 80, 1107-1213.
20. Clark, J. F. (1997). Creatine and phosphocreatine: a review of their use in exercise and sport. *Journal of Athletes Training*, 32:45-51

21. Jenkins, M. A. (1998). Creatine supplementation in athletes: Review. Sports Med Web, [www.rice.edu/~jenky/sports/creatine.html](http://www.rice.edu/~jenky/sports/creatine.html).
22. Greenhaff, P.L., Bodin, K., Soderlund, K. ve Hultman, E. (1994). Effects of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *Am J Physiol*, 66:E725–E730
23. Terjung R. L., Clarkson, P., Eichner, E. R., Greenhaff, P. L., Hespel, P. J., Israel, R. G., Kraemer, W. J., Meyer, R. A., Spriet, L. L., Tarnopolsky, M. A., Wagenmakers, A. J. ve Williams, M. H. (2000). The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc.*, 32:706–717
24. Kreider, R. B. (2007). Creatine in sports. In essentials of sport nutrition and supplements, *Humana Press Inc.*
25. Volek, J. S., Kraemer, W. J., Bush, J. A., Boetes, M., Incledon, T., Clark, K. L. ve Lynch, J.M. (1997). Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Am Diet Assoc*, 97:765-70.
26. Wiroth, J.B., Bermon, S., Andrei, S., Dalloz, E., Heberturne, X. ve Dolisi, C. (2001). Effects of oral creatine supplementation on maximal pedalling performance in older adults. *Eur J Appl Physiol*, 84:533-9. 53.
27. Mujika, I., Padilla, S., Ibanez, J., Izquierdo, M. ve Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 32:518-25.
28. Theodorou, A. S., Cooke, C. B., King, R. F., Hood, C., Denison, T., Wainwright, B. G. ve Havenitidis, K. (1999). The effect of longer-term creatine supplementation on elite swimming performance after an acute creatine loading. *J Sports Sci*, 17:853-9.

29. Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J. ve Ching, S. (2001). Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. *Med Sci Sports Exerc*, 33:814-21.
30. Jowko, E., Ostaszewski, P., Jank, M., Sacharuk, J., Zieniewicz, A., Wilczak, J. ve Nissen, S. (2001). Creatine and B-hydroxy-B-methylbutyrate (HMB) additively increase lean body mass and muscle strength during a weight-training program. *Nutrition*, 17:558-566.
31. Vandenberghe, K., Goris, M., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., Vangerven, L. ve Hespel, P. (1997). Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. *J Appl Physiol*, 83:2055-63.
32. Kreider, R. B., Ferreira, M., Wilson, M., Grindstaff, P., Plisk, S., Reinardy, J., Cantler, E. ve Almada, A. L. (1998). Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 30:73-82.
33. Volek, J. S., Duncan, N.D., Mazzetti, S. A., Staron, R. S., Putukian, M., Gomez, A. L., Pearson, D. R., Fink, W. J. ve Kraemer, W.J. (1999). Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 31:1147-56.
34. Stone, M.H., Sanborn, K., Smith, L. L., O'Bryant, H. S., Hoke, T., Utter, A. C., Johnson, R. L., Boros, R., Hruba, J., Pierce, K. C., Stone, M.E. ve Garner, B. (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*, 9:146-65.
35. Noonan, D., Berg, K., Latin, R.W., Wagner, J.C. ve Reimers, K. (1998). Effects of varying dosages of oral creatine relative to fat free body mass on strength and body composition. *J Strength Cond Res*, 12:104-108.
36. Kirksey, K. B., Stone, M. H., Warren, B. J., Johnson, R. L., Stone, M., Haff, G. G., Williams, F.E. ve Proulx, C. (1999). The effects of 6 weeks

- of creatine monohydrate supplementation on performance measures and body composition in collegiate track and field athletes. *J Strength Cond Res*, 13:148-156.
37. Jones, A. M., Atter, T. ve Georg, K.P. (1999). Oral creatine supplementation improves multiple sprint performance in elite ice-hockey players. *J Sports Med Phys Fitness*, 39:189-96.
38. Willoughby, D. S. ve Rosene, J. (2001). Effects of oral creatine and resistance training on myosin heavy chain expression. *Med Sci Sports Exerc*, 33:1674-81.
39. Willoughby, D.S. ve Rosene, J.M. (2003). Effects of oral creatine and resistance training on myogenic regulatory factor expression. *Med Sci Sports Exerc*, 35:923-929.
40. Kreider, R. B., Almada, A. L., Antonio, J., Broeder, C., Earnest, C., Greenwood, ve diğerleri. (2004). ISSN exercise and sport nutrition review: research and recommendations. *Sport Nutr Rev J*, 1:1-44.
41. Peeters, B.M., Lantz, C.D. ve Mayhew, J.L. (1999). Effect of oral creatine monohydrate and creatine phosphate supplementation on maximal strength indices, body composition, and blood pressure. *J Strength Cond Res*, 13:3-9.
42. Jäger, R., Purpura, M., Shao, A., Inoue, T. ve Kreider, R. B. (2011). Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino Acids*, 40:1369–1383
43. Scott, K. P. ve Edward, T. H. (2004). *Exercise physiology: Theory and Application to fitness and performance*. (s.505). New York: McGraw-Hill.
44. Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J. A., Cederblad, G. ve Greenhaff, P. L. (1996). Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol*, 81: 232–237.

45. Greenhaff, P. (1997). Creatine supplementation and implications for exercise performance. *Advances in training and nutrition for endurance sports*. Novartis Nutrition Research Unit, Maastricht.
46. Kraemer, W.J. ve Volek, J.S. (1999). Creatine supplementation: Its role in human performance. *Clin Sports Med*, 18 (3):651–666.
47. Burke, D.G., Chilibeck, P.D., Parise, G., Candow, D.G., Mahoney, D. ve Tarnopolsky, M. (2003). Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Med Sci Sports Exerc*, 35(11):1946–1955.
48. Kreider, R.B., Willoughby, D.S., Greenwood, M., Parise, G., Payne, E. ve Tarnopolsky, M.A. (2003). Effects of serum creatine supplementation on muscle creatine content. *J Exerc Physiol*, 6 (4):24–33.
49. Harris, R. C., Almada, A. L., Harris, D.B., Dunnett, M. ve Hespel, P. (2004). The creatine content of creatine serum and the change in the plasma concentration with ingestion of a single dose. *J Sports Sci*, 22 (9): 851-7.
50. Borsook, H. ve Dubnoff, J. W. (1947). The hydrolysis of phosphocreatine and the origin of urinary creatinine. *J Biol Chem*, 168: 493–510.
51. Vanakoski, J., Kosunen, V., Meririnne, E. ve Seppala, T. (1998). Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 36, 258–262.
52. Odom, J. E., Kemp, G. J. ve Radda, G. K. (1996). The regulation of total creatine content in a myoblast cell line. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 158, 179–188.

53. Marvar, P. J., Plowman, S. A., Mestek, M. L., Vine, R. ve Reimholz, B. (2001). An evaluation of selected claims of liquid creatine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (5): 204.
54. Alvey, S. R., Bullock, A., Mian, O., Waterworth, C. ve Williams, C. (2003). *Communication to the British*.
55. Alekha, K. D. ve Angeli, S. J. (2002). A simple LC method with UV detection for the analysis of creatine and creatinine and its application to several creatine formulations. *Pharm. and Biomed. Anal*, 29 (5): 939–945.
56. Smith, J. ve Dahm, D. L. (2000). Creatine use among select population of high school athletes. *Mayo Clin Proc*, 75:1257–1263.
57. Metz, J.D., Levine, S.R. ve Gershel, J.C. (2001). Creatine use among young athletes. *Pediatrics*, 108:421-425.
58. NCAA study of substance use habits of college student athletes. (2001). [www.ncaa.org/library/research](http://www.ncaa.org/library/research).
59. Sallis, R.E. ve Jones, K. (1999). Dietary supplement use among college football players. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1): 118
60. Kreider, R. B., Melton, C., Rasmussen, C.J., Greenwood, M., (2003). Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol Cell Biochem*, 244(1-2): 95-104.
61. Chrusch, M. J., Chilibeck, P. D., Chad, K. E., Davison, K. S. ve Burke, D. G. (2001). Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33, 2111–2117.
62. Green, A. L., Hultman, E., MacDonald, I. A., Sewell, D. A., ve Greenhaff, P. L. (1996). Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *Am J Physiol*, 271 (34): 821-826.

63. Thomas, W. B., Kreider, R. B., Jeffrey, R. S., Greenwood, M., Bill, C. ve diğeri. (2007). International society of sports nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the international society of sports nutrition*.
64. Greenhaff, P. L., Casey, A., Short, A.H., Harris, R., Soderlund, K. ve Hultman, E. (1993). Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin Sci (Colch)*, 84(5): 565-571.
65. Williams, M. H., Kreider, R. ve Branch, J. D. (1999). *Creatine: The power supplement*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 252.
66. Kreider, R. B., Leutholtz, B. C. ve Greenwood, M. (2004). *Creatine*. In *nutritional ergogenic aids*. CRC Press LLC, 81-104.
67. Greenhaff, P. L. (2001). *Muscle creatine loading in humans: Procedures and functional and metabolic effects*. 6th International Conference on Guanidino Compounds in Biology and Medicine, Cincinnati.
68. Steenge, G. R., Simpson, E. J. ve Greenhaff, P. L. (2000). Protein and carbohydrate induced augmentation of whole body creatine retention in humans. *J Appl Physiol*, 89: 1165-71.
69. Candow, D. G., Chilibeck, P. D., Chad, K. E., Chrusch, M. J., Davison, K. S. ve Burke, D. G. (2004). Effect of ceasing creatine supplementation while maintaining resistance training in older men. *J Aging Phys Act*, 12: 219-31.
70. Eric, S. R. ve Adam, M. (2004). Effects of repeated creatine supplementation on muscle, plasma, and urine creatine levels. *National Strength and Conditioning Association*.
71. Febbraio, M. A. ve Flanagan, T. R. (1995). Effects of creatine supplementation on intramuscular TCr, metabolism and performance



- during intermittent, supramaximal exercise in humans. *Acta Physiol Scand*, 155: 387-395.
72. Spencer, M., Bishop D., Dawson, B. ve Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities specific to field based team sports. *Sports Med*, 35: 1025-1044.
73. Spencer, M., Fitzsimons B., Dawson B., Bishop D. ve Goodman C. (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *J Sei Med Sport*, 9: 181-184.
74. Alvarez, B., Hermoso, J. V. ve Vera, J. G. (2003). Design and validation of a photogrametric system for the kinematic evaluation in sport competition. *Science and Football*, 244.
75. Alvarez, B., Hermoso, J. V. ve Vera, J. G. (2004). Effort profiling during indoor soccer competition. *J Sports Sci*, 22: 500-501.
76. Bishop, D., Lawrance, S. ve Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *J Sci Med Sport*, 6: 199-209.
77. Bishop, D., Spencer, M., Duffield, R. ve Lawrance, S. (2001). The validity of a repeated sprint ability test. *J Sci Med Sport*, 4: 19-29.
78. Fitzmons, M., Dawson, B., Ward, D. ve Wilkinson, A. (1993). Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Aust J Sci Med Sport*, 25(4): 82-87.
79. Castagna, C., Manzi, V. ve D'ottavio, S. (2007). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4).
80. Castagna, C., Grant, A., Vincenzo, M., Giuseppe, A. ve Elvira, P. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young

- basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3): 923–929.
81. Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., ve Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 93: 530-539.
82. Kokkonen, J, Nelson, A. G., ve Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performances. *Res Q Exerc Sport*, 69: 411-415.
83. Glaister, M., Lockey, R. A., Abraham, C. S. ve diğerleri. (2006). Creatine supplementation and multiple sprint running performance. *J Strength Cond Res*, 20 (2): 273-7.
84. Dawson, B., Cutler, M., Moody, A., Lawrence, S., Goodman, C. ve Randall, N. (1995). Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. *Australian Journal of Science and Medicine in Sports*, 27: 56-61.
85. Barnett, C., Hinds, M. ve Jenkins, D. G. (1995). Effects of oral creatine loading on multiple sprint cycle performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sports*, 28: 35-39.
86. Deutekom, M. J., Beltman, G. M., De Ruiten, C. J., De Koning J. J. ve De Haan, A. (2000). No acute effects of short-term creatine supplementation on muscle properties and sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*, 82: 23- 229.
87. Gilliam, J. D., Hohzorn, C., Martin, D. ve Trimble, M. H. (2000). Effect of oral creatine supplementation on isokinetic torque production. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32: 993-996.
88. Finn, J. P., Ebert, T. R., Withers, R. T., Carey, M. F., Mackay, M., Phillips, J. W. ve Febbraio, M. A. (2001). Effect of creatine

- supplementation on metabolism and performance in humans during intermittent sprint cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 84: 238-243.
89. Syrotuik, D. J., Game, A. B., Gillies, E. M. ve Bell, G. J. (2001). Effects of creatine monohydrate supplementation during combined strength and high intensity rowing training on performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26: 527- 542.
90. Bower, C. J., Jensen, R. L., Schmidt, W. D. ve Watts, P. B. (2003). The effect of creatine on treadmill running with high-intensity intervals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17: 439-445.
91. Hoffman, J. R., Jeffrey R. S. ve Michael J. F. (2005). Effect of low-dose, short-duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *Journal of strength and conditioning research*, 19 (2): 260-264.
92. Oliver, J. M., Joubert, D.P., Martin, S.E. ve Crouse, S.F. (2013). Oral creatine supplementation's decrease of blood lactate during exhaustive, incremental cycling. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 23(3): 252-8.
93. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., ve Duffield, R. (2006). Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. *Med Sci Sports Exerc*, 38: 1492-1499.
94. Dupont, G., Blondel, N., ve Berthoin, S. (2003). Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *Eur J Appl Physiol*, 89: 548-554.
95. Dupont, G, Millet, GP, Guinhouya, C, and Berthoin, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *Eur J Appl Physiol*, 95: 27–34.
96. Dupont, G., Moalla, W., Guinhouya, C., Ahmaidi, S., ve Berthoin, S. (2004). Passive versus active recovery during high-intensity intermittent

- exercises. *9th Annual Congress European College of Sport Science, Book of Abstracts*, 195.
97. Burke, L. M., Pyne, D. B. ve Telford, R. D. (1996). Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers. *Int J Sport Nutr*, 6: 222–233.
98. Atashaka, S. ve Jafarib, A. (2012). Effect of short-term creatine monohydrate supplementation on indirect markers of cellular damage in young soccer players. *Science and Sports*, 27: 88-93.
99. Bassit, R. A., Pinheiro, C. H., Vitzel, K. F., Sproesser, A.J., Silveira, L. R. ve Curi, R. (2010). Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *Eur J Appl Physiol*, 108 (5): 945-55.
100. Rosene, J., Matthews, T., Ryan, C., Belmore, K., Bergsten, A., Blaisdell, J. ve diğerleri. (2009). Short and longer-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. *J Sport Sci Med*, 8 (1): 89-96.
101. Santos, R. T., Bassit, R. A., Caperuto, E. C. ve Rosa, L. (2004). The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30 km race. *Life Sci*, 75 (16): 1917-24.
102. Schröder, H., Terrados, N. ve Tramullas, A. (2005). Risk assessment of the potential side effects of long-term creatine supplementation in team sport athletes. *Eur J Nutr*, 44 (4): 255-61.
103. Rawson, E. S., Gunn, B. ve Clarkson, P. M. (2001). The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res*, 15 (2): 178-84.
104. Cancela, P., Ohanian, C., Cuitino, E. ve Hackney, A. C. (2008). Creatine supplementation does not affect clinical health markers in football players. *Brit J Sport Med*, 42 (9): 731-5.

105. Cancela, P., Ohanian, C., Cuitino, E. ve Hackney, A. C. (2007). Creatine supplementation does not affect clinical health markers in soccer players. *Br J Sports Med*.
106. Robinson, T. M., Sewell, D. A., Casey, A., Steenge, G. ve Greenhaff, P. L. (2000). Dietary creatine supplementation does not affect some haematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function. *Br J Sports Med*, 34: 284–288.
107. Powers, M. E., Arnold, B. L., Weltman, A. L., Perrin, D. H., Mistry, D., Kahler, D. M., Kraemer, W. ve Volek, J. (2003). Creatine supplementation increases total body water without altering Xuid distribution. *J Athl Train*, 38: 44–50.
108. Bessman, S. P. ve Mohan, C. (1992). Phosphocreatine, exercise, protein synthesis, and insulin. *Guanidino compounds in biology and medicine*. John Libbey and Company, London, 181–186.
109. Rooney, K., Bryson, J., Phuyal, J., Denyer, G., Caterson, I. ve Thompson, C. (2002). Creatine supplementation alters insulin secretion and glucose homeostasis in vivo. *Metabolism*, 51 (4): 518–522.
110. Lemon, P. R. (2002). Dietary creatine supplementation and exercise performance: Why inconsistent results? *Canadian Journal of Applied Physiology*, 27: 663-680.

## EKLER

Ek 1. Sporcuların temel sağlık parametreleri

	Ortalama $\pm$ SS	Birim	Referans Değerleri
ALT	16,15 $\pm$ 5,38	U/L	<26
AST	21,08 $\pm$ 3,82	U/L	<33
GGT	23,69 $\pm$ 32,20	U/L	<32
ALP	132,46 $\pm$ 97,35	U/L	74-390
Total bilirubin	0,54 $\pm$ 0,31	mg/dL	0.10 - 1.20
Direkt bilirubin	0,21 $\pm$ 0,09	mg/dL	< 0.3
Üre	15,77 $\pm$ 3,19	mg/dL	4.6 - 23
GFR	60,00 $\pm$ -	mL/dk/1.73	>60
Total protein	7,43 $\pm$ 0,29	g/dL	6.0-8.7
Albumin	5,33 $\pm$ 0,22	g/dL	3.5-5.0
Globulin	2,10 $\pm$ 0,33	g/dL	1.5-3.5
Fosfor	4,44 $\pm$ 0,41	mg/dL	2.5-4.5
TSH	1,72 $\pm$ 0,66	IU/mL	0.27 - 4.2
Serbest T4	15,17 $\pm$ 2,63	pmol/L	12 - 22
Serbest T3	5,38 $\pm$ 0,36	pmol/L	2.87-5.55
Ferritin	32,32 $\pm$ 15,58	ng/mL	24 - 336

Ek 2. Günlük kreatin yükleme dozları

Sporcular	Ağırlık (kg)	Hesaplanan doz (g)	Toplam yükleme dozu (g)	Tek doz (g)
1	100.0	30.00	30	7.50
2	80.1	24.03	24	6.00
3	76.5	22.95	23	5.75
4	98.0	29.40	30	7.50
5	82.9	24.87	25	6.25
6	90.2	27.06	27	6.75
7	80.5	24.15	24	6.00
8	78.0	23.40	24	6.00
9	68.8	20.64	21	5.25
10	91.5	27.45	28	7.00
11	85.9	25.77	26	6.50
12	82.6	24.78	25	6.25
13	74.3	22.29	23	5.75

## 3 GÜNLÜK BESİN TÜKETİM FORMU

I. GÜN

Öğün	Miktar	Yenilen yiyecek
Kahvaltı Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Öğle Yemeği Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Akşam Yemeği Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Diğer Öğünler Saat:		

Tüketilen su miktarı .....

II. GÜN

Öğün	Miktar	Yenilen yiyecek
Kahvaltı Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Öğle Yemeği Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Akşam Yemeği Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Diğer Öğünler Saat:		

Tüketilen su miktarı .....

III. GÜN

Öğün	Miktar	Yenilen yiyecek
Kahvaltı Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Öğle Yemeği Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Akşam Yemeği Saat: Yer:		
Ara Öğün Saat:		
Diğer Öğünler Saat:		

Tüketilen su miktarı .....

Yediklerinizi 3 gün boyunca tür ve miktarıyla ayrıntılı olarak kaydediniz.:

Diyetisyeniniz 3 günlük besin tüketim durumunuzu inceleyerek beslenme programınızı oluşturmaya yardımcı olacaktır.

Miktarlar için önerilen bazı kısaltmalar

S: Su bardağı, YK: Yemek kaşığı, TK: Tatlı kaşığı, ÇB: Çay bardağı, ÖB: Orta boy, KB: Küçük boy, BB: Büyük boy





Sayı : B.30.2.HAC.0.20.05.04/ 334

30 NİSAN 2012

### ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 13 NİSAN.2012 CUMA  
**Toplantı No** : 2012/03  
**Proje No** : FON 12/12 (Değerlendirme Tarihi 16.03.2012)  
**Karar No** : FON 12/12-7

Üniversitemiz Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Hüsrev Turnagöl'ün sorumlu araştırmacısı olduğu, Özlem Tok ve Dr. Burcak Utku ile birlikte çalışacakları FON 12/12 kayıt numaralı ve "*Kreatin Yükleme Yapılan Genç Basketbolcularda Egzersiz Öncesi Akut Likit Kreatin Desteğinin Anaerobik Performansa Etkisi*" başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1.Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan)

2. Prof. Dr. Nüket Örnek Büken (Üye)

3. Prof. Dr. Hakan S. Örer (Üye)

4. Prof. Dr. Sevdâ F. Müftüoğlu (Üye)

KATILMADI  
5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye)

6. Prof. Dr. Meral Aksoy (Üye)

7. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye)

8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal (Üye)

9 Prof. Dr. Songül Vaizoğlu (Üye)

10. Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye)

11. Doç. Dr. R. Köksal Özgül (Üye)

12. Doç. Dr. Cansın Saçkesen (Üye)

KATILMADI  
13 Doç. Dr. Melahat Görduysus (Üye)

KATILMADI  
14. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye)

Görüşülmesi sırasında katılmadı  
15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye)

16. Av. Meltem Onurlu (Üye)