

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

**AKUT SODYUM SİTRAT TÜKETİMİNİN TEKRARLI SPRINT  
PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ**

**Dilara KURU**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA**

**2022**



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

**AKUT SODYUM SİTRAT TÜKETİMİNİN TEKRARLI SPRINT  
PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ**

**Dilara KURU**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Şükran Nazan KOŞAR**

**ANKARA  
2022**

**ONAY SAYFASI**

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
AKUT SODYUM SİTRAT TÜKETİMİNİN TEKRARLI SPRINT PERFORMANSI ÜZERİNE  
ETKİSİ  
DİLARA KURU  
DOÇ. DR. Ş. NAZAN KOŞAR

Bu tez çalışması 07.06.2022 tarihinde jürimiz tarafından "Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı"nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:** *Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER*  
*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

**Tez Danışmanı:** *Doç. Dr. Ş. Nazan KOŞAR*  
*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

**Üye:** *Prof. Dr. Tahir HAZIR*  
*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

**Üye:** *Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL*  
*Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi*

**Üye:** *Dr. Öğr. Üyesi Serap DEMİR FİLİZ*  
*İzmir Tınaztepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi*

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

13 Haziran 2022

*Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN*  
Enstitü Müdürü

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

07/06/2022

**Dilara KURU**

“*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

- (1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*
- (2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*  
*Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir*

\* *Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Tez Danışmanının **Doç. Dr. şükran Nazan KOşAR** danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığımı beyan ederim.

07/06/2022

Dilara KURU

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yanımda olup tökezlediğim her an elimden tutarak yola devam etmemi sağlayan, bir danışmandan çok daha fazlası canım hocam Doç. Dr. Ş. Nazan Koşar'a,

Yüksek lisans eğitimimin ilk gününden son gününe kadar desteğini, güvenini ve sevgisini benden hiç ama hiç esirgemeyen birtanecik hocam Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl'e,

Çalışmanın her aşamasında yanımda olan, her zaman sevgi dolu ve pozitif tavrı ile güneşirı kahrımı çeken, yüksek lisansın bana kazandırdığı güzellik, canım arkadaşım Arş. Gör. Selin Aktitiz Güngör'e,

Öğretici yaklaşımları ve pratik zekalarına her zaman hayran olduğum çok sevgili hocalarım Arş. Gör. Gören Köse ve Arş. Gör. Dr. Muhammed M. Atakan'a

Çalışmanın veri toplama aşamasında desteklerini esirgemeyen, içilen kahve onların kahvesi olunca daha lezzetli olan Arş. Gör. Berkay Özerkliğ, Arş. Gör. İbrahim Türkel ve Arş. Gör. Yunus Emre Ekinci'ye,

Lisansüstü eğitimim boyunca bilgisi ve desteğiyle beni hep geliştiren, çok değerli ve sevgili hocalarım Arş. Gör. Dr. Yasemin Güzel ve Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Bulut'a,

Spor Bilimleri Fakültesinde Lisansüstü eğitime başlamam için bana ilham veren ve katılımcılara ulaşılmasında aracılık eden canım amcam Cengiz Kuru'ya,

Çalışmaya katılım gösteren bütün katılımcılarıma, katılımcılara ulaşılmasında aracılık eden Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. İlyas Okan'a, pandemi koşullarında bütün sınırları zorlayarak bu çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan takım antrenörleri Erkan Babur ve Birol Akkaya'ya ve yardımları için Emrah Çelik ve Taylan Coşkun'a,

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan canımdan çok sevdiğim aileme, yanımda olup desteğini hiç esirgemeyen arkadaşlarıma, kendisinin bundan haberi olmasa da bana en büyük motivasyonu veren canım kedim Ceku'ya,

Bu tez çalışmasına desteklerinden dolayı Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (Proje Kodu: TYL-2020-18521),

Teşekkürü bir borç bilirim.

## ÖZET

**Akut Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2022.** Bu çalışmanın amacı, sodyum sitrat (Na tüketiminin tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini incelemektir. Çalışma; randomize, çift kör, plasebo kontrollü ve çapraz tasarımla yapılmıştır. Çalışmaya katılan 20 futbolcu rastgele yöntemle iki gruba ayrılmıştır: müdahale grubu 0,5 g/kg sodyum sitratı (SS), plasebo grubu (PL) ise sofraya tuzunu (NaCl) 750 ml limon aromalı su içerisinde tüketmiştir. Tüketimden 180 dakika sonra Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (RAST) ile tekrarlı sprint performansı değerlendirilmiştir. En az 4 günlük arınma döneminin ardından gruplar çaprazlanarak test tekrarlanmıştır. Verilerin istatistiksel analizinde Tekrarlanan Ölçümlerde Çift Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Sodyum sitrat tüketimi; egzersiz öncesi kan pH ve bikarbonat düzeylerini artırmış ( $p<0,001$ ), RAST sonrası 1., 3., 5. ve 7., dakikalarda daha yüksek kan pH, bikarbonat ( $p<0,001$ ) ve laktat ( $p<0,05$ ) değerlerine, daha düşük performans düşüş yüzdesi ( $p<0,05$ ) ve en kötü sprint zamanına ( $p<0,05$ ), daha yüksek minimum güç çıktısı ( $p<0,05$ ) ve daha düşük algılanan zorluk derecesi (AZD) yanıtlarına yol açmıştır ( $p<0,05$ ). Maksimum güç, ortalama güç, en iyi sprint süresi, toplam sprint süresi ve maksimum ve ortalama kalp atım hızı değerlerinde değişiklik belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Sonuç olarak, egzersizden 180-210 dakika önce 0,5 g/kg SS tüketimi kan alkalozunu artırmış ve bu artış tekrarlı sprint performansı sırasında performans düşüş yüzdesini azaltarak, daha düşük en kötü sprint zamanına, daha yüksek minimum güç çıktısına ve daha düşük AZD yanıtlarına yol açarak yorgunluğu geciktirmiştir. Diğer taraftan, maksimum güç, ortalama güç, en iyi sprint süresi ve toplam sprint süresinde değişikliğe yol açmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ergojenik destek, Anaerobik performans

*Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Kodu: TYL-2020-18521).*



## ABSTRACT

**The Effect of Acute Sodium Citrate Ingestion on Repeated Sprint Performance. Hacettepe University Graduate School of Health Sciences. Thesis in Sports Sciences and Technology Program, M.Sc. Thesis, Ankara, 2022.** The aim of this study is to examine the effects of sodium citrate ingestion on repeated sprint performance. This study is a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover design. Twenty male football players were randomly divided into two groups: the intervention group ingested 0.5 g·kg<sup>-1</sup> sodium citrate (SC) while the placebo (PLC) group ingested table salt (NaCl) solved in 750 ml of lemon-flavored water. Repeated sprint performance was evaluated with the Running Based Anaerobic Sprint Test (RAST) 180 minutes after ingestion. After the washout period (at least 4 days), the groups were crossed and the test was repeated. Two-Factor Analysis of Variance with Repeated Measures was used in the statistical analysis of the data. Sodium citrate supplementation resulted in increased levels of blood pH and bicarbonate before exercise ( $p<0.001$ ), higher values of blood pH, bicarbonate ( $p<0.001$ ), and lactate ( $p<0.05$ ) at the 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup>, and 7<sup>th</sup> minutes after RAST; a reduced percentage of performance decrease ( $p<0.05$ ) and a worst sprint time, higher minimum power output ( $p<0.05$ ), and lower rating of perceived exertion (RPE) during the test ( $p<0.05$ ). No significant changes were observed in maximum power, average power, best sprint time, total sprint time, or maximum and average heart rate values. In conclusion, ingestion of 0.5 g·kg<sup>-1</sup> SC 180-210 minutes before exercise increased blood alkalosis and, as a result, a lower percentage of performance decline and a worst sprint time, higher minimum power output, and a lower RPE response, all of which can delay fatigue during repeated sprint exercise. Increased alkalosis, on the other hand, had no effect on maximal power, average power, best sprint time or total sprint time.

**Keywords:** Ergogenic aid, Anaerobic performance

*This thesis was funded by Hacettepe University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project Number: TYL-2020-18521).*

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER	xiv
TABLOLAR	xv
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1. Araştırmanın amacı	3
1.2. Problem	3
1.2.1. Alt problemler	3
1.3. Araştırma Hipotezleri	4
1.4. Sınırlılıklar	5
1.5. Sayıtlılar	5
1.6. Araştırmanın Önemi	5
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	7
2.1. Tekrarlı Sprint Yeteneği (TSY)	7
2.2. Tekrarlı Sprint Metabolizması	8
2.2.1. Enerji Sistemlerinin Katkısı	8
2.2.2. Fosfokreatin (PCr) Sistemi	9

2.2.3. Anaerobik Glikoliz ve Glikojenoliz	10
2.2.4. Aerobik Sistem	11
2.3. Tekrarlı Sprint Performansında Yorgunluk Mekanizmaları	12
2.4. Tamponlama Sisteminin Geliştirilmesinde Kullanılan Ergojenik Destekler	14
2.4.1. Kan Alkalozu	16
2.4.2. Tüketimden Egzersize Kadar Geçen Süre	17
2.4.3. Egzersiz Protokolü	18
2.4.4. Monokarboksilat Taşıyıcı Protein (MCT) Aktivitesi	18
2.4.5. Olası Yan Etkiler	19
2.5. Sodyum Sitrat	20
2.5.1. Etki Mekanizması	21
2.5.2. Tüketim Protokolü	22
2.5.3. Egzersiz Performansı Üzerine Etkisi	26
2.5.4. Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi	27
2.5.6. Olası Yan Etkiler	29
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>31</b>
3.1. Katılımcılar	31
3.2. Araştırma Tasarımı	33
3.3. Verilerin Toplanması	35
3.3.1. Antropometrik Ölçümler ve Vücut Kompozisyonu	35
3.3.2. Diyet ve Suplementasyon Protokolü	35
3.3.3. Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (RAST)	36
3.3.4. Algılanan Zorluk Derecesinin Belirlenmesi	38
3.3.5. Performans Değişkenlerinin Hesaplanması	38

3.3.6. Gastrointestinal Semptomların (GİS) Belirlenmesi	39
3.3.7. Kan Örneklerinin Alınması ve Biyokimyasal Analiz	39
3.4. İstatistiksel Analiz	40
<b>4. BULGULAR</b>	<b>41</b>
4.1. Katılımcıların Demografik ve Fiziksel Özellikleri	41
4.2. Besin Tüketim Kayıtlarına İlişkin Bulgular	42
4.3. Sodyum Sitrat Tüketiminin Dinlenik Kan Parametrelerine Etkisi	43
4.4. Sodyum Sitrat Tüketiminin GİS Yanıtlarına Etkisi	46
4.5. Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansına Etkileri	48
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>56</b>
5.1. Sodyum Sitrat Tüketim Protokolünün Etkinliği	56
5.2. Sodyum Sitratin Gastrointestinal Semptomlara Etkisi	59
5.3. Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi	60
5.4. Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Testi Sonrası Kan pH, Bikarbonat ve Laktat Düzeylerine Etkisi	64
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>66</b>
6.1. Sonuçlar	66
6.2. Öneriler	66
<b>7. KAYNAKLAR</b>	<b>68</b>
<b>8. EKLER</b>	
<b>EK-1:</b> Etik Kurul Onayı	
<b>EK-2:</b> Aydınlatılmış Onam Formu	
<b>EK-3:</b> Demografik Bilgi ve Antrenman Geçmişi Formu	
<b>EK-4:</b> Fiziksel Aktiviteye Hazır Olma Anketi	
<b>EK-5:</b> RAST Takip Çizelgesi	
<b>EK-6:</b> RAST Kan Analizi Takip Formu	

**EK-7:** Besin Tüketim Kaydı Formu

**EK-8:** Gastrointestinal Rahatsızlık Saptama Formu

**EK-9:** Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) Skalası

**EK-10:** Tez Orjinallik Raporu

**EK-11:** Dijital Makbuz

## **9. ÖZGEÇMİŞ**

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>AZD</b>	: Algılanan Zorluk Derecesi
<b>DXA</b>	: Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri
<b>KAH</b>	: Kalp Atım Hızı
<b>KAH<sub>din</sub></b>	: Dinlenik Kalp Atım Hızı
<b>KAH<sub>maks</sub></b>	: Maksimum Kalp Atım Hızı
<b>KAH<sub>ort</sub></b>	: Ortalama Kalp Atım Hızı
<b>Kkal</b>	: Kilokalori
<b>MCT</b>	: Monokarboksilat Taşıyıcı Protein
<b>GİS</b>	: Gastrointestinal Semptom
<b>PL</b>	: Plasebo
<b>PFK</b>	: Fosfofruktokinaz
<b>RAST</b>	: Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi
<b>SS</b>	: Sodyum Sitrat
<b>SB</b>	: Sodyum Bikarbonat
<b>TSY</b>	: Tekrarlı Sprint Yeteneği
<b>WanT</b>	: Wingate Testi

## ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1	Yüksek şiddetli egzersiz sırasında asit-baz dengesinin düzenlenmesinde hücre içi, hücre dışı ve dinamik tamponlama sistemlerinin rolü.	15
2.2	Sodyum sitratın etki mekanizması.	21
3.1	Çalışmaya davet edilen ve çalışmayı tamamlayan katılımcı sayıları.	32
3.2	Araştırma tasarımı.	34
3.3	Koşu bazlı anaerobik sprint testi (RAST).	37
4.1.	Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi bireysel ve ortalama kan pH (A) ve bikarbonat (B) düzeyine etkisi.	46
4.2.	Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin GİS puanları (A) ve GİS (B) üzerine etkisi.	48
4.3.	Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin sprint sürelerine etkisi.	53
4.4.	Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin her sprint sonrası kaydedilen AZD yanıtlarına etkisi.	53
4.5.	Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası 1., 3., 5. ve 7. dakikalardaki kan biyokimyasal parametrelerine etkisi.	55

## TABLOLAR

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. Kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz testlerinde 0,5 g/kg sodyum tüketimi sonrası kan biyokimyasal parametrelerindeki değişim, performans artışı ve GIS görülme sıklığı.	25
4.1. Katılımcıların yaş ve antrenman düzeylerine ilişkin değişkenler.	42
4.2. Katılımcıların antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonlarına ilişkin değişkenler.	43
4.3 RAST koşuları öncesi 24 saatlik besin tüketim kayıtlarının karşılaştırılması.	44
4.4 Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik kan biyokimyasal parametrelerine etkisi.	45
4.5 Sodyum sitrat ve plasebo tüketimini takiben 30-180. dakikalar arasında kaydedilen GIS puanları.	49
4.6 Sodyum sitrat ve plasebo tüketimini takiben 30-180. dakikalar arasında kaydedilen GIS puanlarına uygulanan 2x6 (takviye x ölçüm zamanı) tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları.	49
4.7 Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin tekrarlı sprint performans ve fizyolojik değişkenler üzerine etkisi.	51
4.8 Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeylerine etkisi.	56
4.9 Sodyum sitrat ve plasebo tüketimini takiben egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeylerine uygulanan 2x5 (takviye x ölçüm zamanı) tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları.	56



## 1. GİRİŞ

Futbol, rugby, basketbol ve hokey gibi takım sporlarında, maç boyunca maksimum veya maksimuma yakın şiddette kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerin (sprint vb.) sıklıkla tekrarlanıyor olması (1-4), tekrarlı sprint yeteneğinin bu tip sporlarda performansı önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır. Tekrarlı sprint yeteneği, maksimal veya maksimale yakın efor gerektiren kısa süreli sprintleri kısa toparlanma aralıkları ile tekrarlayabilme kapasitesi olarak tanımlanır (5). Kasın uyarılabilirliği, enerji tedarikindeki sınırlılıklar, metabolit birikimi ve nöral faktörler tekrarlı sprint performansını sınırlayıcı faktörlerdir (1). Bu faktörlerden biri, kas içinde laktik asit ve  $H^+$  iyonları gibi metabolitlerin birikmesi sonucu oluşan asidozdur (6-8). Asidoza bağlı oluşan yorgunluk ise tekrarlı sprintte maksimum sprint hızı, maksimum güç ya da toplam iş çıktısında azalmaya yol açar (1). Nitekim kas ve kan pH'ı ve kas tamponlama kapasitesindeki düşüş ile sprint performansındaki azalma arasında pozitif ilişki bulunmuştur (6, 7, 9, 10). Bu durum, biriken  $H^+$  ve laktatın kas içinden uzaklaştırılmasını destekleyecek müdahalelerle tekrarlı sprint gibi kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz performansını geliştirilebileceğini düşündürmüş ve hem hücre içi hem de hücre dışı tamponlama kapasitesini artırabilen beslenme stratejilerine olan ilgiyi artırmıştır (11).

Egzersiz performansının geliştirilmesinde, en çok çalışılan tamponlama ajanları; sodyum bikarbonat (SB), sodyum sitrat (SS), beta-alanin, sodyum laktat ve kalsiyum laktattır (11-16). Bu tamponlayıcı ajanların ergojenik etkilerinin arkasındaki potansiyel moleküler mekanizma, tüketim sonrası artan kan alkalozunun monokarboksilat taşıyıcı 1-4 (MCT 1-4) protein aktivitesini indükleyerek egzersiz sırasında aktif kas hücrelerinde biriken  $H^+$  ve laktatın hücre dışına çıkışını artırmasıdır (17, 18). Böylece kas içi pH'ın düşmesi engellenerek glikojenolitik ATP üretimi artırılır (19). Günümüzde SB'nin en etkili hücre dışı tamponlayıcı ajan olduğu gerek özgün araştırmalar (12, 20) gerek meta-analiz çalışmaları (11, 21, 22) ile ortaya konulmuş olsa da egzersiz performansında artış için önerilen dozda tüketilmesini takiben karın ağrısı, şişkinlik, bulantı, ishal ve hatta kusma gibi akut gastrointestinal semptomlar (GİS) görülmektedir (17, 23, 24). Bu sebeple,

daha düşük GİS'e yol açan SS, SB'ye alternatif bir tamponlama ajanı olarak kabul edilmektedir (25). Ancak, SS tüketiminin egzersiz performansı üzerine etkilerinin araştırıldığı sınırlı sayıdaki çalışmaların sadece birkaçında performansta artış bildirilirken (25-27) çoğunda ise herhangi bir artış gözlenmemiştir (28-37). Mevcut araştırmaların sonuçları; tüketilen doz, tüketim süresi, tüketimden egzersize kadar geçen süre, GİS, egzersizin süresi ve şiddeti, cinsiyet ve antrenmanlılık düzeyi gibi faktörler ve bu faktörler arasındaki etkileşimin SS tüketiminin egzersiz performansına etkisinde belirleyici olabileceğini göstermektedir (25, 27, 38-40). Bu çerçevede; minimal GİS ile birlikte en yüksek kan alkalozunun sağlandığı SS dozunun 0,5 g/kg olduğu (25, 40), GİS'in tüketim sonrası 65-95. dakikalar arasında en yüksek seviyeye ulaştığı (40), en yüksek kan alkalozuna ulaşılması için tüketim süresinin 60 dakikadan daha kısa (38), tüketimden egzersize kadar geçen sürenin ise 180-215 dakika olması gerektiği (40) rapor edilmiştir. Ancak SS'nin ideal doz ve tüketim süresinin uygulanarak performansa etkisinin değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır.

Kullanım dozu ve tüketim süresine ek olarak SS'in etkili olduğu egzersiz protokollerinin ise kısa süreli (60-240 saniye) ve çok yüksek şiddetli olması gerektiği vurgulanmaktadır (39, 41). Bu nedenle kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlerin baskın olduğu takım sporlarında SS'nin potansiyel bir ergojenik destek olabileceği dikkat çekmektedir. Ancak performansta artış bildiren sınırlı sayıdaki SS çalışmalarının (25-27) tümü bisiklet ergometresinde gerçekleştirildiğinden SS tüketiminin takım sporları performansına etkisi henüz bilinmemektedir. Nitekim takım sporlarında sprint sürelerinin 6 saniyeden daha az ve toparlanma sürelerinin ise  $\leq 60$  saniye olduğu ortaya koymuştur (2) ancak mevcut SS tüketimini takiben yapılan sprint çalışmalarında (29, 32, 34) ise, egzersiz süreleri (30-240 saniye) ve toparlanma aralıkları (0-5 dk) değerlendirilmiştir. Bu nedenle SS'in takım sporlarının doğasına uygun tekrarlı sprint performansına etkisini değerlendiren herhangi bir çalışma bulunmamakla beraber SB'nin etkisini inceleyen tek çalışma (10) kan alkalozunun artırılmasını takiben performans çıktılarının geliştiğini göstermiştir. SB ve SS'nin hücre içi bikarbonat konsantrasyonunu ve aktif katan  $H^+$  iyon çıkışını artırarak asit-baz dengesini düzenlediği ve bu yolla egzersiz performansını

geliştirdiği (39) dikkate alındığında, SS'ın uygun alım protokolleri kullanıldığında tekrarlı sprint performansını artırabilir. Bu çerçevede bu çalışmanın amacı, literatürde önerilen optimum doz, tüketim süresi, tüketimden egzersize kadar geçen süre, egzersiz süresi ve toparlanma süresi kullanılarak sodyum sitratın tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini incelemektir.

### **1.1. Araştırmanın amacı**

Bu çalışmanın amacı, akut sodyum sitrat tüketiminin tekrarlı sprint performansı ve fizyolojik yanıtlar üzerine etkisini incelemektir.

### **1.2. Problem**

Akut sodyum sitrat tüketimi, tekrarlı sprint performansı ve fizyolojik yanıtları etkiler mi?

#### **1.2.1. Alt problemler**

1. Akut sodyum sitrat tüketiminin aşağıda belirtilen dinlenik ve egzersiz sonrası kan biyokimyasal parametrelerine etkisi plasebo tüketiminin etkilerinden farklı mıdır?
  - a. Kan pH düzeyi
  - b. Kan bikarbonat düzeyi
  - c. Kan laktat düzeyi
2. Akut sodyum sitrat tüketiminin aşağıda belirtilen tekrarlı sprint performans göstergelerine etkisi plasebo tüketiminin etkilerinden farklı mıdır?
  - a. Toplam sprint süresi
  - b. En iyi sprint süresi
  - c. En kötü sprint süresi
  - d. Maksimum güç
  - e. Ortalama güç

- f. Minimum güç
  - g. Performans düşüş yüzdesi
3. Akut sodyum sitrat tüketiminin tekrarlı sprint testine verilen aşağıda belirtilen fizyolojik yanıtlara etkisi plasebo tüketiminin etkilerinden farklı mıdır?
- a. Maksimum kalp atım hızı
  - b. Ortalama kalp atım hızı
  - c. Algılanan zorluk derecesi

### 1.3. Araştırma Hipotezleri

1. Akut sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin, dinlenik ve egzersiz sonrası kan pH ve bikarbonat düzeylerine etkileri farklı olacaktır. Bu kapsamda, akut sodyum sitrat tüketiminin plaseboya kıyasla egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası kan pH ve bikarbonat düzeylerini artırması beklenmektedir.
2. Akut sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin, dinlenik kan laktat düzeylerine etkisi benzer, egzersiz sonrası laktat düzeylerine etkisi ise farklı olacaktır. Bu hipotez kapsamında, akut sodyum sitrat tüketiminin dinlenik laktat düzeylerini değiştirmemesi, egzersiz sonrası kan laktat düzeylerinin ise plaseboya kıyasla daha yüksek seyretmesine yol açması beklenmektedir.
3. Akut sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin, toplam sprint süresi, en kötü sprint süresi, performans düşüş yüzdesi, ortalama güç ve minimum güç çıktılarına etkileri farklı, maksimum güç ve en iyi sprint süresine etkileri ise benzer olacaktır. Bu hipotez kapsamında; akut sodyum sitrat tüketiminin toplam sprint süresi, en kötü sprint süresi ve performans düşüş yüzdesini düşürerek, ortalama güç ve minimum güç çıktılarını artırması, maksimum güç ve en iyi sprint süresini ise değiştirmemesi beklenmektedir.
4. Akut sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin, tekrarlı sprint performansında kaydedilen algılanan zorluk derecesi yanıtlarına etkisi farklı, ortalama ve maksimum kalp atım hızına etkisi ise benzer olacaktır. Bu hipotez kapsamında;

akut sodyum sitrat tüketimini takiben tekrarlı sprint performansında kaydedilen algılanan zorluk derecesi yanıtlarının plaseboya kıyasla daha düşük seyretmesi, ortalama ve maksimum kalp atım hızlarının ise benzer olması beklenmektedir.

#### **1.4. Sınırlılıklar**

1. Çalışma aktif olarak futbol oynayan ve düzenli antrenman yapan erkek sporcular ile sınırlıdır.
2. Çalışmaya katılan sporcuların yaşları 18-25 ile sınırlıdır.
3. Çalışma 6x35 metre, 10 saniye toparlanma aralıklı tekrarlı sprint protokolü ile sınırlıdır.

#### **1.5. Sayıtlar**

1. Çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm sporcuların testlerde maksimum efor sarf ettikleri varsayılmıştır.
2. Sodyum sitrat ve plasebo tüketimi öncesi katılımcıların kan bikarbonat havuzlarının sabit olduğu varsayılmıştır.
3. Katılımcıların besin tüketim kayıt formunu ve gastrointestinal semptom ölçeğini gerçeği yansıtabilecek şekilde doldurdukları varsayılmıştır.

#### **1.6. Araştırmanın Önemi**

Tekrarlı sprint performansı birçok takım sporunun önemli bir bileşenidir. Ancak çok yüksek şiddette efor gerektirmesi anaerobik sistemin kullanılmasına bağlı olarak kas içi laktat ve H<sup>+</sup> iyon birikimi ile birlikte kas içi pH'ın düşmesine ve egzersize bağlı kas yorgunluğunun oluşmasına neden olur. Oluşan kas yorgunluğunun geciktirilmesi de hem hücre içi hem de hücre dışı tamponlama kapasitesini artırabilen beslenme stratejileri ile mümkündür. Sodyum bikarbonat, sodyum sitrat, beta alanin, kalsiyum laktat ve sodyum laktat tamponlama kapasitesinin artırılmasında en sık kullanılan ajanlardır. Ancak bu ajanların neden olduğu gastrointestinal semptomlar kullanımlarını sınırlandırmakta ve

yeni ajanlar veya yeni kullanım protokolleri araştırılmaktadır. Bu kapsamda sodyum sitrat, hücre dışı bikarbonat konsantrasyonunun artırılarak tamponlama kapasitesinin geliştirilmesinde en çok araştırılan tamponlayıcı ajanlardan biridir. Ancak egzersiz performansı üzerine etkilerini inceleyen araştırmalardaki tutarsız sonuçlar sodyum sitratin etkinliğini değerlendirmeyi güçleştirmektedir. Literatürde bu tutarsızlıkların nedenleri kullanılan doz, tüketimden egzersize kadar geçen süre, tüketim süresi ve formu, tüketimi takiben kan bikarbonatındaki artışlar ve görülen gastrointestinal semptomlardaki bireysel farklılıklar ve egzersizin şiddeti ve süresi kapsamında tartışılmaktadır. Bu araştırma, son yıllarda şekillendirilen optimal sodyum sitrat tüketim protokolünü kullanarak tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Sodyum sitratin önerilen optimal koşullarda tüketilmesi, tekrarlı sprint performansının ilerleyen sprintlerinde yorgunluğun geciktirilmesini sağlamış ve performans gelişimine neden olmuştur. Bu sonuç, futbol, basketbol, rugby, hokey gibi tekrarlı sprint yeteneğinin önemli bir performans bileşeni olduğu takım sporlarında performansın artırılmasında önemli olabileceğini göstermektedir. Bu çerçevede, araştırmanın sonuçları, hem gelecekte sodyum sitratin performans üzerine etkilerini inceleyecek araştırmacılara yol gösterecek, hem de tekrarlı sprint yeteneği gibi kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerin yer aldığı spor branşlarında, performansı olumlu etkileyebilecek bir ergojenik destek hakkında antrenör ve sporcuların farkındalığının artmasına katkı sağlayacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, çalışmanın amacı doğrultusunda tekrarlı sprint yeteneği ve takım sporlarındaki önemi, tekrarlı sprint performansına enerji sistemlerinin katkısı, tekrarlı sprint performansında yorgunluk, egzersize bağlı yorgunlukla mücadelede en sık kullanılan tamponlayıcı ajanlar ve bu ajanların egzersiz performansı üzerine etkilerine ilişkin güncel literatür sunulmuştur.

### 2.1. Tekrarlı Sprint Yeteneği (TSY)

Futbol, basketbol, rugby, hokey gibi birçok takım sporunda sporcuların maç boyunca şiddeti değişen çok sayıda sprint koşusu yaptığı zaman-hareket analizi çalışmalarında gösterilmiştir (2-4, 42). Takım sporlarında yer alan sporcuların, uzun süre boyunca (1-4 saat), kısa süreli toparlanma aralıkları ( $\leq 60$  s) ile kısa süreli sprint performansını ( $< 6$  s) maksimum hızda ve tekrarlı olarak gerçekleştirebilme yeteneği ise tekrarlı sprint yeteneği olarak tanımlanmaktadır (1, 2, 43). Bu yeteneği maç süresince korumak, takım sporlarında sportif performansın ana belirleyicisi ve aynı zamanda sporcuların kondisyon seviyesinin bir göstergesi olarak da kabul edilmekte ve spora özgü fiziksel uygunluğu değerlendirmek ve sporcunun performansını geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (2, 44, 45).

Bu sporlar arasında futbol, dünya genelinde en popüler olan ve üzerine en çok araştırma yapılan spor branşıdır. Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği'ne (FIFA) göre dünya genelinde 265 milyon aktif futbolcu bulunmakta ve bu sayı, özellikle kadınlar liginde, artmaktadır. Futbol, 90 dakikalık maç periyodunda birçok aktivitenin (koşu, sprint, atlama vb.) tekrarlanmasını gerektiren, sporcuların ortalama 11 km mesafe kat ettiği ve bu mesafenin % 8-12'sinin sprint ve yüksek şiddetli koşu ile karakterize olduğu karmaşık bir spordur (46). Bu nedenle TSY'nin özellikle çok yüksek şiddetli sprintler ile yüksek korelasyonu nedeniyle futbolda önemli bir fitness bileşeni olduğuna inanılmaktadır (47).

## 2.2. Tekrarlı Sprint Metabolizması

### 2.2.1. Enerji Sistemlerinin Katkısı

Her ne kadar sprint metabolizmasının araştırıldığı çalışmalarda uzun süreli (>10 s) sprintlerin yer aldığı protokoller sıklıkla çalışılmış olsa da kısa süreli (<10 s) sprintlerin saha bazlı takım sporları performansı ile ilişkisi daha fazladır (2). Tek bir kısa süreli sprint esnasında ATP üretimi hem PCr hem de anaerobik glikolizden karşılanmaktadır. Örneğin, Gaitanos ve arkadaşlarının (48) yaptığı çalışmada, 6 saniyelik sprint egzersizi sırasında PCr sistemi ile anaerobik sistemin katkısının neredeyse eşit olduğu (sırasıyla %50, %44) belirtilmiştir.

Tekrarlı sprint performansında ise sprint süresi, sprint sayısı ve toparlanma periyodunun süresi enerji sistemlerinin katkısını etkilemektedir. Tekrarlı sprint performansında sprint sayısı, süresi ve toparlanma periyodunun süresi uzadıkça aerobik sistemin katkısı artmaktadır. Örneğin, Balsom ve arkadaşlarının (49) standart toparlanma periyodu ile sprint mesafesinin tekrarlanan sprintlere verilen fizyolojik ve performans tepkilerini değerlendirildiği çalışmasında, 30 s pasif dinlenme aralıkları ile 40x15 m, 20x30 m ve 15x40 m tekrarlı sprint performansında enerji sistemlerinin katkısı incelenmiştir. Çalışmada, 15 metrelik protokolde daha düşük laktat düzeyleri kaydedilmiş ve bu durum düşük metabolik stresle ilişkili bulunmuştur. Ek olarak, 30 ve 40 metrelerin ilerleyen sprintlerinde kaydedilen performans düşüşleri, 30 saniyelik toparlanma süresinin artan sprint mesafelerinde enerji talebinin karşılanması için yeterli olmaması ile açıklanmıştır. Benzer şekilde, Ulupınar ve arkadaşları (50), toplam sprint mesafesi aynı ancak tekrar sayısı, sprint mesafesi ve/veya dinlenme aralıkları farklı tekrarlı sprint protokollerinde performans değişkenleri, fizyolojik yanıtlar ve enerji sistemlerinin katkısını araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları, en yüksek anaerobik sistem katkısının (%) yüklenme:dinlenme oranı 1:5 olan 10x30 m sprint performansında, en yüksek aerobik katkının ise (%) 20x15 m, 30 s toparlanmadan oluşan tekrarlı sprint protokolünde gerçekleştiğini ortaya koymuştur (50). Bogdanis ve arkadaşlarının (51) yaptığı çalışmada 4 dakikalık toparlanma periyotları ile bölünmüş 2x30 s maksimal bisiklet egzersizinde



ikinci sprintte anaerobik glikolizin enerji üretimine katkısı %41 oranında azalırken, toplam iş çıktısı sadece %18 oranında azalmış ve bu durum aerobik sistemin katkısı ile açıklanmıştır. Buna ek olarak Balsom ve arkadaşlarının (43) 30, 60 ve 120 s toparlanma periyotlarının 15x40 metre sprint performansına etkilerinin incelendiği çalışmada; egzersiz sonrası en yüksek kan laktat değerleri 30 saniyelik toparlanma periyodunda, en yüksek oksijen tüketimi ise 120 saniyelik toparlanma periyodunda gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, tekrarlı sprint performansında ATP tedariginde enerji sistemlerinin katkısı sprint sayısı, süresi ve toparlanma süresinden etkilenmekte ve bu etkenler arttıkça aerobik katkının da arttığı gözlenmektedir.

### **2.2.2. Fosfokreatin (PCr) Sistemi**

Dinlenik durumda kas içi PCr konsantrasyonu yaklaşık 80 mmol/kg/kuru kas ve maksimal PCr yenilenme hızı saniyede 7-9 mmol/kg/kuru kas (52) olarak belirlenmiştir. PCr, adenozin difosfatın (ADP) fosforilasyonu için kullanılan acil rezervi temsil etmektedir ve kas içi PCr miktarının, yaklaşık 5 saniyelik maksimum sprint için yeterli enerji sağladığı öne sürülmüştür (53). Sadece tek bir 6 saniyelik maksimal sprint egzersizi sonrası PCr depoları %35-55 oranında tükenirken (48, 54) egzersizin süresi uzadıkça PCr depolarındaki tükenmenin benzer seviyede kaldığı, ATP üretiminin ise ağırlıklı olarak anaerobik glikoliz ve anaerobik sisteme kaydığı belirtilmiştir (55, 56). Buna ek olarak, PCr depolarının tamamen yenilenmesinin ise 5 dakikadan uzun sürdüğü bildirilmiştir (56). Bogdanis ve arkadaşlarının (56) farklı toparlanma süreleri (1.5 dk, 3 dk, 6 dk) ile bölünmüş 30 s tekrarlı bisiklet sprint egzersizinde egzersiz sonunda azalan PCr depolarının testten 6 dakika sonra dinlenik seviyelerin sadece %85'ine kadar yenilenebildiğini göstermiştir. Bu da PCr yeniden sentezinin sağlanması için tekrarlı sprint performansında toparlanma sürelerinin önemli olduğunu göstermektedir.

Saha bazlı takım sporlarının doğasına daha uygun olan tekrarlı sprint egzersizi protokollerinde ise sprintler arasındaki toparlanma süreleri 30 saniyeden kısa olduğu için ATP/PCr depoları sonraki sprintin başlamasından önce kısmen yenilenebilmekte ve bu

durum PCr sisteminin ATP üretimine mutlak katkısında bir azalmaya (51, 54) ve buna bağlı olarak tekrarlı sprint performansında düşüşe neden olabilmektedir (48). Tüklenen PCr depolarının tamamen geri kazanılmasının ise 5 dakikadan fazla zaman gerektirebileceği belirtilmiştir (56, 57). Gaitanos ve arkadaşları (48) 30 saniyelik toparlanma aralıkları ile bölünmüş 10x6 s sprint performansında ilk sprintte PCr sisteminin toplam anaerobik enerji üretimine katkısı %50 iken son sprintte bu katkının %80 olduğu belirtilmiştir. Ancak son sprintte PCr sisteminin katkısı artmasına rağmen mutlak enerji üretimi %43 azalmıştır. Ayrıca, ilk sprint sonrası PCr konsantrasyonu dinlenik seviyenin %57'sine düşerken son sprintte bu değer %16 olarak rapor edilmiştir. Bu durum son sprintte PCr'nin yeniden sentezi için yeterli süre olmaması ve anaerobik glikolizin katkısının azalmasına bağlı olarak PCr ve aerobik sisteminin yüzdesel olarak enerji katkısının artması ile açıklanmıştır. Dawson ve arkadaşlarının (54) 5x6 s maksimal bisiklet testinde 30 s toparlanma periyodunda PCr'nin yeniden sentezinin dinlenik değerlerin %45'ine denk geldiğini ancak bu süre 3 dakika olduğunda bu değer %84 olduğunu belirtmesi de sonuçları desteklemektedir.

### **2.2.3. Anaerobik Glikoliz ve Glikojenoliz**

Tekrarlı sprint egzersizleri sprintin süresi, sayısına, toparlanma periyodunun süresine ve egzersizin şiddetine bağlı olarak yüksek kas içi laktat konsantrasyonlarına neden olmaktadır (51, 58). Örneğin, Gaitanos ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (48) 30 s dinlenme aralıkları ile bölünmüş 10x6 s maksimal tekrarlı bisiklet egzersizinde test sonundaki kan laktat konsantrasyonları  $12,6 \pm 1,5$  mmol/L olarak rapor edilmiştir. Dawson ve arkadaşlarının (54) yaptığı 24 s toparlanma aralıkları ile bölünmüş 5x6 s maksimal bisiklet sprintinde ise ilk sprint sonrası kas içi laktat konsantrasyonları 42,5 mmol/kg, test sonundaki değer ise 103,6 mmol/kg olarak ölçülmüştür. Ayrıca, sprint süresinden bağımsız olarak kas laktat konsantrasyonunun yüksek seyrettiği görülmekle birlikte anaerobik glikoliz katkısının sprint sayısı arttıkça azaldığı bildirilmiştir (48). Anaerobik glikoliz sonucunda biriken kas içi laktata, H<sup>+</sup> iyonlarındaki artış da eşlik etmektedir. Kas (8) ve kanda (7) biriken bu metabolitlerin neden olduğu asidozun ise fosfofruktokinaz (PFK) ve glikojen fosforilaz enzim inhibisyonu yoluyla tekrarlı sprint

performansını olumsuz etkilediği bildirilmektedir. Örneğin, Gaitanos ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (48) (10x6 s tekrarlı sprint, 30 s toparlanma) son sprintteki glikojenolizde 11 kat, glikolizde ise 8 kat azalma olduğu bildirilmiştir. Ancak, toplam glikojen yıkımındaki %37 oranında azalmaya rağmen son sprintteki ortalama güç çıktısının ilk sprintin %73'üne denk geldiği rapor edilmiştir. Bu durum, anaerobik glikolizin inhibe edilmesine bağlı olarak son sprintte enerji tedarikinin PCr ve aerobik sistemden karşılanmış olması ile açıklanmıştır.

#### 2.2.4. Aerobik Sistem

Aerobik enerji sisteminin tek bir kısa sprint sırasında toplam enerji harcamasına katkısı sınırlı olmakla birlikte (<%10) (59), sprintlerin tekrar sayısına bağlı olarak aerobik sistemin de enerjiye katkısı artmaktadır. Örneğin; 6 saniyelik tek bir sprint sırasında anaerobik glikoliz toplam enerjinin yaklaşık %40'ını karşılarken oksidatif fosforilasyonun toplam enerji harcamasına katkısı sınırlıdır. Sprintler tekrarlandıkça aerobik sistemin katkısı %40 seviyelerine ulaşmaktadır (1). Buna ek olarak, yapılan bazı çalışmalarda daha yüksek  $VO_{2maks}$  değerlerine sahip katılımcıların, tekrarlı sprint egzersizi sırasındaki güç çıkışı/sprint sürelerini daha iyi koruyabildiği ve  $VO_{2maks}$  ile yorgunluk indeksleri (örn. Performans düşüş yüzdesi veya yorulma indeksi) arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (9, 60, 61). Bazı çalışmalarda ise aerobik kapasite ve bu değişkenler arasında ilişki bulunamamıştır (7, 62-65). Örneğin, Spencer ve arkadaşları (65), genç elit kadın çim hokeyi sporcularında 7 haftalık spora özgü antrenman sonrası, aerobik kapasite ve tekrarlı sprint performansı (5x6 s, 30 s toparlanma) arasında ilişki olmadığını bildirmiştir. Çalışmada aerobik kapasitenin iyi antrene sporcularda artırılmasının tekrarlı sprint performansının geliştirilmesinde sınırlı bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmalar arasındaki bu farkın sebeplerinden birinin sprint sürelerinin uzunluğu olabileceği belirtilmiştir (48, 51). Örneğin, Balsom ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (49) egzersiz sonrası oksijen tüketiminin 15 metreye kıyasla 40 metrede daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, özellikle toparlanma periyodunda  $VO_{2maks}$  kapasitesinin önemli bir rol oynadığı (6, 8, 66) ve çalışmalar arasındaki farklılığın sebeplerinden birinin de toparlanma sürelerinin uzunluğu olabileceği belirtilmiştir (43). Balsom ve arkadaşlarının

(43) yaptığı bir diğer çalışmada aynı sprint mesafesinde oksijen tüketimi 60 ve 30 s toparlanma sürelerine kıyasla 120 saniyede daha fazla ölçülmüştür. Sonuç olarak tekrarlı sprint performansı ve aerobik kapasite arasında ilişki bulunamamasının sebebi uzun sprint süreleri (>6 s) ve kısa toparlanma aralıkları (<30 s) olabileceği rapor edilmiştir (62). Buna ek olarak, Silva ve arkadaşları (67) tekrarlı sprint performansı ile anaerobik eşiğin, tekrarlı sprint performansı ve  $VO_{2maks}$ 'a göre daha yüksek ilişkili olduğunu bildirmiştir.

### 2.3. Tekrarlı Sprint Performansında Yorgunluk Mekanizmaları

Tekrarlı sprint performansı gibi kısa süreli yüksek şiddetli egzersizler kas içi metabolik profilde hızlı değişikliklerle sonuçlanan maksimal ya da maksimale yakın şiddette efor üretilmesini gerektirir (17). Bu metabolik değişiklikler iskelet kasının belirli bir gerilimi veya belirli bir egzersiz şiddetini sürdürmemesi olarak tanımlanan egzersize bağlı kas yorgunluğuna neden olur (48). Tekrarlı sprint egzersizi sırasında bu yorgunluk; maksimum sprint hızında ve toplam iş çıktısında veya sprint tekrarlarında düşüş olarak kendini gösterir (1). Yetersiz kas uyarımı, yetersiz enerji tedariki ve kas içi ve kanda metabolitlerin birikmesine kadar birçok faktör sprint performansını olumsuz etkileyebilmektedir (1). Yorgunluğun altında yatan kesin mekanizmalar belirsizliğini korusa da metabolit ve iyon birikiminin egzersize bağlı kas yorgunluğunun oluşumunda önemli rol oynadığı bilinmektedir (7, 9, 68).

Tekrarlı sprint performansında, anaerobik glikolizin baskın olarak kullanılması sonucunda laktik asit ve  $H^+$  iyonları gibi metabolitlerin birikmesine bağlı olarak oluşan kas asidozu, çeşitli mekanizmalar yoluyla kas yorgunluğuna yol açarak egzersiz performansının azalmasında önemli rol oynar (69-71). Bu mekanizmalar; 1) troponin bağlanma bölgesi için  $Ca^{2+}$  iyonları ile  $H^+$  iyonlarının rekabet etmesi sonucunda kas kasılma ünitelerinin etkin şekilde çalışabilme kabiliyetinin zayıflaması, 2) sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımının bozulması ve bu durumun kalsiyum aracılı aktin-miyozin kasılma mekanizmasını olumsuz etkilemesi (72), 3) fosfokreatin resentezinin inhibisyonu ve 4) ATP'nin yeniden üretilmesi ve glikolizin düzenlenmesinde görevli fosfofruktokinaz (PFK) ve glikojen fosforilaz enzimlerinin inhibisyonudur (71, 73).

Antrene ve antrene olmayan katılımcılar ile yapılan tekrarlı sprint performansı çalışmalarında kas (8, 74) ve kan (75)  $H^+$  birikimine bağlı olarak kan ve kas içi pH'ındaki değişiklikler ile sprint performansındaki düşüş arasında gözlenen pozitif korelasyon bu yargıyı desteklemektedir (6-8). Örneğin, Bishop ve arkadaşları (7) elit kadın çim hokeyi sporcularında 30 s toparlanma periyotları ile bölünmüş 5x6 s maksimal bisiklet egzersizinde, güç üretimindeki azalma ile plazma  $H^+$  değişimi arasında güçlü ilişki ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ) belirlemişlerdir. Araştırmacılar (7),  $H^+$  iyonları gibi protonların birikimine bağlı olarak kan ve kas içi pH'ındaki düşüşün engellenmesinin TSY'nin sürdürülmesinde önemli olabileceğini belirtmişlerdir.

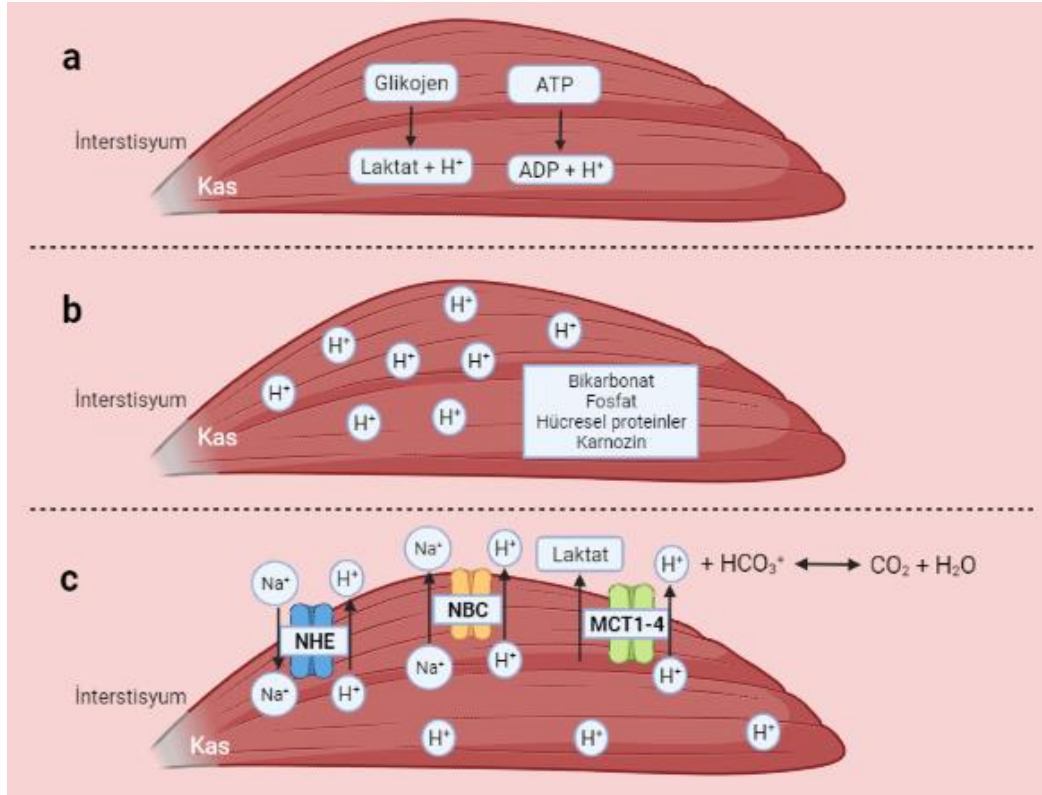
Bu kapsamda, vücut pH'ındaki ciddi düşüşleri veya artışları önlemek için asit-baz dengesini düzenleyebilen kontrol sistemlerine sahip olunması önemlidir. Dinlenik koşullarda kan pH'ı 7,35-7,45 arasında değişmekte olup hafif alkalidir. Bu değer, hücre içi ve hücre dışı tamponlama mekanizmaları ve akciğerler ile böbreklerin yer aldığı aktif tamponlama sistemleriyle dengede tutulmaktadır (17, 76). Egzersiz sırasında  $H^+$  iyonu üretimi artar.  $H^+$  iyonu üretim miktarındaki artış; egzersizin şiddetine, süresine ve ilgili kas kütlesi miktarına bağlıdır (77). Örneğin; egzersiz, koşu gibi yüksek şiddetli bacak çalışması içeriyorsa kan pH'ı dakikalar içerisinde 7,4'ten 7,0'a düşebilmektedir (78-81). Dahası bu tür egzersizin tekrarlanmasıyla gerçekleştirilen sprint performansı sırasında pH düzeyinin, kanda 6,8'e, kasta ise 6,4'e kadar düşebildiği bildirilmiştir (78-81).

Önemli ölçüde değişen asit-baz dengesinin düzenlenmesinde öncelikle kas içi  $H^+$  iyonlarının tamponlanmasında görev alan bikarbonat, fosfat, protein ve dipeptitler gibi hücre içi tamponlama ajanları rol alır. Egzersize bağlı oluşan asidozun ikinci savunma hattını ise kan tamponlama sistemleri oluşturur. Kanda, hemoglobin ve kan proteinleri asit-baz dengesinin düzenlenmesine yardımcı olsa da egzersiz sırasında  $H^+$  iyonlarının tamponlanmasında asıl sorumlu olan kan bikarbonatıdır (82). Kan pH dengesi, aynı zamanda kas içi  $H^+$  iyonlarının aktif ve pasif taşıma yolu (sodyum-hidrojen değiştirici (NHE), sodyum bikarbonat yardımcı taşıyıcıları (NBC) ve monokarboksilat taşıyıcı proteinleri (MCT1-4) aracılığıyla) aracılığıyla interstisyuma geçişiyle sağlanır.

Araştırmalar bu taşıyıcıların yüksek şiddetli egzersiz sırasında kas pH'ının düzenlenmesinde önemli rol oynadıklarını göstermiştir (83, 84). Thomas ve arkadaşları (85), 60 s maksimal bisiklet egzersizi sonucunda kas MCT1 kapasitesinin antrene bireylerde antrene olmayan bireylere kıyasla daha yüksek olduğunu ve MCT1 kapasitesi ile kas içi laktat uzaklaştırma hızının pozitif korelasyon ( $r=0,50$ ;  $p<0,01$ ) gösterdiğini belirlemişlerdir. Sonuç olarak, aktif kasta kana geçişi sağlanan bu hidrojen iyonları, başta bikarbonat olmak üzere hücre dışı tamponlama ajanları, pulmoner ventilasyon ve böbrekler aracılığıyla vücut içinde tamponlanarak asit-baz dengesi düzenlenir (86, 87). Bu durum, yüksek şiddetli ( $> 90\% \text{VO}_{2\text{maks}}$ ) ve/veya kısa süreli ( $\leq 240$  s) egzersizlerde asidozun yol açtığı kas yorgunluğuyla mücadelede tamponlama sistemlerinin öneminin anlaşılmasına ve hem hücre içi hem de hücre dışı tamponlama kapasitesini artırabilen beslenme stratejilerine olan ilginin artmasına yol açmıştır (11, 14, 22, 39, 77, 88).

#### **2.4. Tamponlama Sisteminin Geliştirilmesinde Kullanılan Ergojenik Destekler**

Sodyum bikarbonat, sodyum sitrat, sodyum laktat ve kalsiyum laktat tüketiminin kan bikarbonat konsantrasyonu ve pH'ı artırarak egzersiz performansını geliştirebileceği gösterilmiştir (10, 23, 25, 26, 80, 89, 90). SB ve SS, hücre dışı bikarbonat konsantrasyonunun artırılarak tamponlama kapasitesinin geliştirilmesinde en çok araştırılan tamponlayıcı ajanlardır. Bu ajanların ergojenik potansiyel etkileri, genellikle artan kan tamponlama kapasitesinin bir sonucu olarak egzersiz sırasında kas içi asidozunun geciktirilmesine atfedilir (Şekil 2.1.) (91, 92). Ancak, bu takviyelerin etkili olup olmadıkları konusu, etkili olduklarını gösteren önemli kanıtların yanı sıra etkili olmadıklarını gösteren kanıtların da bulunması nedeniyle (28, 29, 33, 93-97) belirsizliğini korumaktadır. Bu bölümde tamponlayıcı ajanların ergojenik etki göstermesinde etken rol oynayan kan bikarbonatındaki mutlak değişiklikler, tüketim zamanı, egzersizin türü, süresi ve şiddeti, MCT aktivitesi ve GİS kapsamında incelenecektir.



**Şekil 2.1.** Yüksek şiddetli egzersiz sırasında asit-baz dengesinin düzenlenmesinde hücre içi, hücre dışı ve dinamik tamponlama sistemlerinin rolü. a) Anaerobik glikoliz ve ATP degradasyonu sonucunda laktat ve H<sup>+</sup> birikimi. b) Asit-baz dengesinin sağlanmasında ilk savunma hattını oluşturan hücre içi tamponlayıcı ajanlar. c) Dinamik tamponlama sistemini oluşturan Sodyum-hidrojen değiştirici (NHE), Sodyum-bikarbonat yardımcı taşıyıcı (NBC) ve Monokarboksilat taşıyıcılarının (MCT 1-4) kas içi H<sup>+</sup> iyonlarını hücre dışına taşınması ve bu iyonların hücre dışı tamponlayıcı olarak görev yapan bikarbonat ile tamponlanması. (Lancha Junior ve ark. (17)'ndan uyarlanmıştır.)

### 2.4.1. Kan Alkalozu

Tamponlayıcı ajanların potansiyel ergojenik etkileri, tüketimlerini takiben kan pH ve bikarbonat düzeylerindeki mutlak bir artış ve buna bağlı olarak kas içi asidozun azaltılarak yorgunluğun geciktirilmesi ile açıklanır. Kan bikarbonat düzeylerindeki potansiyel artış ise doğrudan tamponlama kapasitesindeki gelişmenin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, kan bikarbonat düzeylerindeki artış miktarı, bu artışın gerçekleşmesi için tüketimi takiben gerekli olan süre ve takviye kullanımına verilen bireysel yanıtlar önem kazanmaktadır.

Kan bikarbonat düzeylerindeki artış için bireyselleştirilmiş takviye zamanlaması, egzersizin başlangıcının zirve bikarbonat ile aynı zamana denk gelmesinin, standart zamanlamaya göre daha büyük kazanımlar sağladığını öne süren çalışmalarla son yıllarda önem kazanmıştır (88, 98, 99). Carr ve arkadaşları (98) olası bir performans artışı için kan bikarbonat düzeylerinde 5 mmol/L artış önerirken >6 mmol/L artışın kesin performans gelişimi ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Meta-analiz çalışmaları (97) incelendiğinde ise kan bikarbonat düzeylerinde gözlenen ortalama artış <4 mmol/L olduğunda,  $\geq 4$  mmol/L artışlara kıyasla daha küçük performans gelişimleri bildirilmiştir. Ancak, kan bikarbonat düzeylerinde >6 mmol/L artışların 4-6 mmol/L artışlara kıyasla egzersiz performansında daha büyük gelişimler sağladığına dair bir kanıt bulunmamıştır. Buna rağmen, bugüne kadar hiçbir çalışma, performans kazanımları için gerekli olan minimum artışı veya performanstaki değişime bağlı bireysel artışları doğrudan araştırmasından bu konu hala belirsizliğini korumaktadır. Kan bikarbonat düzeylerinde <4 mmol/L artış ile performans gelişimi gözlenen çalışmaların (26) ve bunun aksine 5-6 mmol/L artış olmasına rağmen performans gelişiminin gözlenmediği çalışmalar (33, 100) nedeniyle bu verileri doğrulamak veya reddetmek için ve bahsedilen teorik eşiğin varlığını belirlemek için özel tasarlanmış deneysel araştırmalara gereksinim vardır.



### 2.4.2. Tüketimden Egzersize Kadar Geçen Süre

Takviye tüketiminden egzersize kadar geçen süre, zirve kan bikarbonat düzeyine ulaşıldıktan sonra egzersize başlanarak takviyeden en üst düzeyde yararlanılması bakımından önemlidir. Literatürdeki çoğu çalışma sabit bir zaman noktasında standartlaştırılmış bir takviye protokolü kullanmıştır. Ancak, SB (101, 102) ve SS (40) ile yapılan doz-cevap çalışmaları sabit bir takviye zaman aralığının bütün katılımcılar için optimal olma ihtimalinin düşük olduğunu göstermiştir. Urwin ve arkadaşları (40) dozdan bağımsız olarak SS tüketimi sonrası en yüksek kan alkaloz düzeyinin 180-215. dakikalar arasında gözlendiğini, başka bir çalışmada ise (103) bu düzeyin 150-190. dakikalar arasında gözlendiği rapor edilmiştir. Jones ve arkadaşlarının (101) çalışmasında ise 0,3 g/kg SB tüketimi ile 75-180. dakikalar arasında zirve kan alkalozu gözlenmiştir. Nitekim başka bir çalışmada (104) bir katılımcının tüketimden sadece 10 dakika sonra zirve kan alkalozuna ulaştığı da rapor edilmiştir. Bu nedenle, en büyük ergojenik etki olasılığı dolaşımdaki bikarbonatın zirve değere ulaştığı anda ortaya çıkacak ise takviyeyi takiben, bireysel kan bikarbonat düzeyinin zirveye ulaşma süresinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Örneğin, Miller ve arkadaşları (104); 11 aktif erkekte 0,3 g/kg SB tüketiminin, bireysel zirve kan bikarbonat düzeylerine ulaşılmasını takiben gerçekleştirilen 10x6 s maksimal bisiklet egzersizi (60 s dinlenme aralıkları ile bölünmüş) üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın bulguları SB tüketimi sonrası dinlenik kan bikarbonat ve pH düzeyleri, egzersiz sonrası kan laktat düzeyleri ve toplam iş çıktısının plaseboya (PL) kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu olumlu sonuca rağmen, aynı katılımcılarda zirve kan bikarbonatının sağlandığı anda yapılan egzersiz ile takviyeyi takiben standart bir süre (Örn., 60 dakika) beklenerek yapılan egzersize yanıtları doğrudan karşılaştıran bir çalışma yoktur. Bu nedenle, bireyselleştirilmiş en yüksek kan bikarbonat konsantrasyonlarında egzersiz yapılmasının, tüketim sonrası standart bir süre beklendikten sonra egzersiz yapılmasına kıyasla daha fazla performans gelişimi sağlayacağı sonucuna varılamayacağı belirtilmiştir (99).

### 2.4.3. Egzersiz Protokolü

Tamponlayıcı ajanların ergojenik etkisini belirleyen en önemli faktörlerden bir diğeri ise egzersiz protokolüdür. Kan bikarbonatında artış yoluyla tamponlama kapasitesinin geliştirilmesinin, egzersiz kapasitesi ve performansı artırabileceği konusunda fikir birliği vardır. Dahası, tamponlayıcı ajan tüketimi sonrası performans gelişimi bekleniyor ise test edilen egzersiz protokolünün  $H^+$  birikimine bağlı olarak egzersiz performansının sınırlandığı tipte bir protokol olması gerektiği kabul edilmiştir. Bu kapsamda bahsedilen tamponlayıcı ajanların performans üzerine etkileri koşu (105, 106), bisiklet (10, 25, 27, 41), kürek çekme (107-109) ve yüzme (33, 90, 110, 111) gibi birçok yüksek şiddetli egzersiz protokolünde araştırılmıştır. Bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışması da (88), takviye alımını takiben gerçekleştirilen egzersizlerde, egzersiz süresi  $<30$  s olanlara kıyasla  $\geq 30$  s olan çalışmalarda performans gelişimi gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, 30 saniyeden kısa süren egzersizlerde performansın olumsuz etkileyen  $H^+$  birikimi için yeterli sürenin geçmemiş olmasıyla açıklanmaktadır (112). Ayrıca, bu ajanların kullanımını takiben  $>10$  dakika süren egzersizlerde performans gelişimi gözlenmediği ve egzersiz boyunca kan laktat düzeylerinin düşük seyrettiği belirtilmiştir (39). Buna rağmen, bisiklet yarışlarında (113) veya 5.000 metre ve 10.000 metre koşularında (114) gerçekleştirilen final sprintlerinde bu takviyelerin kullanımının yararlı olabileceği de rapor edilmiştir.

### 2.4.4. Monokarboksilat Taşıyıcı Protein (MCT) Aktivitesi

Monokarboksilat taşıyıcı proteinleri, monokarboksilli asitlerden aromatik amino asitlere kadar birçok molekülleri hücre zarında taşımakla görevli bir protein ailesidir. Bunlar içerisinde MCT1 ve MCT4 iskelet kası, kalp ve karaciğerde laktik asidin taşınmasında önemli rol oynamaktadır (17, 115). Bu kapsamda, yüksek şiddetli egzersiz performansında kas içindeki  $H^+$  iyonu ve laktatın hücre dışına taşınarak kas içi pH'ın dengede tutulmasında MCT1 ve MCT4 protein aktivitesi önemli bir yere sahiptir (87, 116). Buna ek olarak, MCT1 ile MCT4'ün laktik asit taşınımındaki fizyolojik rolleri arasındaki ayırım kesin olmamakla birlikte laktatın hücre içine taşınımında MCT1

proteinlerinin, hücre dışı taşınmasında ise MCT4 proteinlerinin önemli olduğu kabul edilmektedir (117). Dahası, MCT1 proteinlerinin tip 1 kas lifi oranı, MCT4 proteinlerinin ise tip 2 kas lifi oranı ile pozitif ilişkili olduğu bildirilmiştir (118, 119). Ayrıca yapılan antrenman müdahaleleri ile de MCT protein sayısının ve aktivitesinin artırılacağı belirtilmiş (120, 121). Örneğin McGinley ve Bishop (120) aktif erkeklerde 4 haftalık HIIT'in (yüksek şiddetli aralıklı antrenman) MCT protein sayısında ve aktivitesinde artışa neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, artan kan bikarbonat konsantrasyonunun MCT aktivitesini artırdığı ve bu durumun kas içi asidozunun azaltılmasında etkili olduğu bilinmektedir (122). Bu kapsamda bireylerin antrene olma düzeyi ve kas lifi tipi baskınlığı gibi etkenlerin tamponlayıcı ajan kullanımına verilen yanıtı değiştirebileceği düşünülmektedir (18, 22). Bazı araştırmacılar (18), antrene bireylerin sahip olduğu daha yüksek glikolitik kapasite ve gelişmiş daha yüksek tamponlama kapasitesi sayesinde , takviye kullanımı sonrası antrene olmayan bireylere göre daha büyük performans gelişimi sağlayabileceğini belirtmektedir. Bunun aksine diğer araştırmacılar, antrene olan bireylerde bu takviyelerin ergojenik etkilerinin yetersiz kalabileceğini belirtmektedir (123). Sistematik derleme ve meta analiz çalışmasının (88) sonuçları, bu tamponlayıcı ajanların kullanımının antrene olmayan bireylerde antrene olan bireylere kıyasla daha fazla performans gelişimine neden olduğunu rapor etmiştir (88). Ancak bu yanıtın altında yatan mekanizmalar araştırılmamıştır. Bu nedenle, bu etkinin MCT aktivitesindeki farklılıklardan kaynaklandığını söyleyebilmek için mekanizmaları inceleyen deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **2.4.5. Olası Yan Etkiler**

Tamponlayıcı ajanlar egzersiz performansının geliştirilmesinde olası etkiler sağlasa da çoğunlukla GİS problemlerine yol açıyor olmaları dezavantaj oluşturmaktadır. SB ve SS tüketimini takiben en sık görülen semptomlar mide krampları, mide bulantısı, kusma ve ishaldir (40, 97, 98, 103). Ayrıca, performansı sınırlayıcı etkisi olabileceği belirtilen bu semptomların şiddeti bireyler arasında değişiklik göstermektedir (93). Öte taraftan bu semptomların, takviye dozu (23, 40), tüketimden egzersize kadar geçen süre (40, 124), takviye ile birlikte tüketilen öğünün karbonhidrat içeriği (125) ve toplam sıvı

hacmi (126) gibi etkenlerle ilişkili olduğu ve takviye protokolünün bireysel olarak düzenlenmesiyle azaltılabileceği düşünülmektedir.

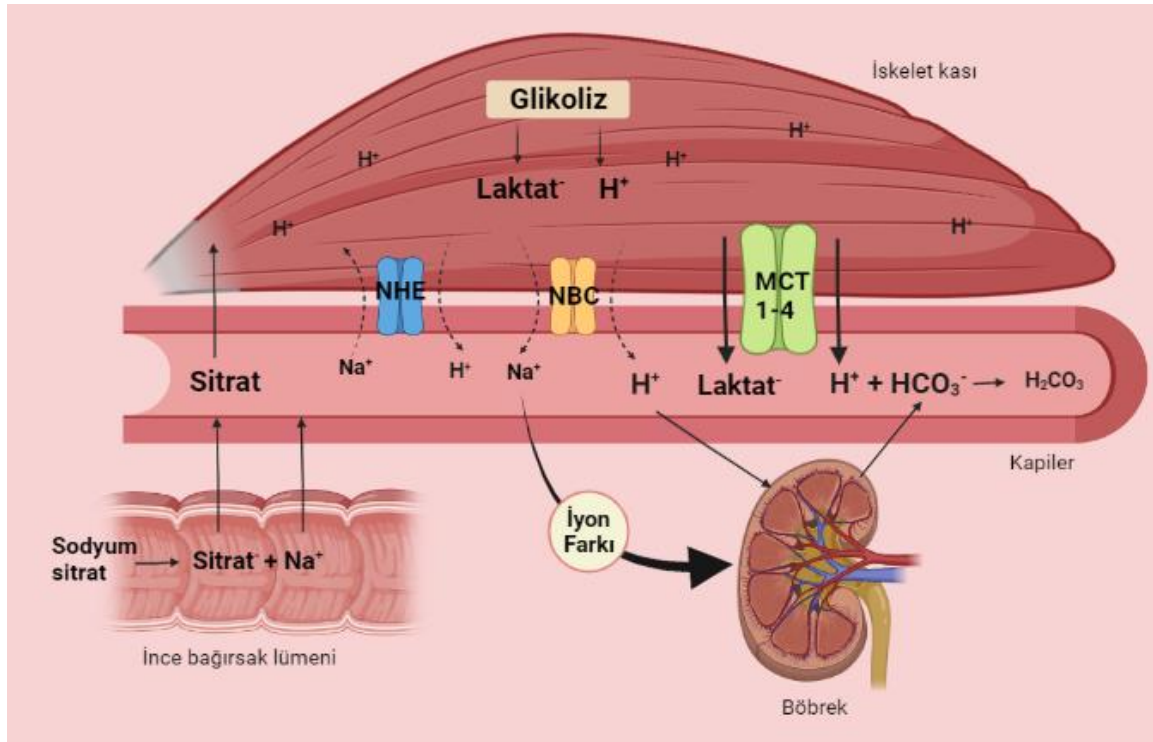
Bugüne kadar, SS'nin ergojenik kapasitesinin, SB'ninkiyle aynı ölçüde çalışılmamış olması nedeniyle bu iki takviyenin optimize edilmiş alım protokollerinin etkinliği henüz karşılaştırılmamıştır. Ancak her iki takviyenin de tüketimlerini takiben benzer seviyelerde kan alkalozu sağladığı bildirilmiştir (30, 99, 127). Ayrıca, SS'nin tüketim sonrası daha az GİS'e neden olması SB'ye kıyasla daha çok tercih edilmesine neden olmaktadır (18, 128) . Bir sonraki bölümde, etkileri bu araştırmanın konusunu oluşturan sodyum sitrat çalışmaları sunulmuştur.

## **2.5. Sodyum Sitrat**

Sodyum sitratın egzersiz performansı üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar değerlendirildiğinde, SS tüketiminin kan alkalozunu artması sonucu egzersiz performansının geliştiğini gösteren çalışmaların (25-27, 34) yanı sıra kan alkalozunda artış gözlenmesine rağmen egzersiz performansında herhangi bir gelişme olmadığını gösteren çalışmaların da (29, 30, 32, 35, 91) bulunduğu anlaşılmaktadır. Kan alkalozunda artışa rağmen performans artışının gözlemlenememesi SS dozunun yetersiz olması, tüketimden egzersize kadar geçen sürenin yeterince uzun olmaması, egzersiz süresinin fazla uzun ya da kısa olması, toparlanma sürelerinin ve tüketim sürelerinin fazla uzun olması ve GİS görülmesi ile ilişkili olabileceği tartışılmaktadır. Bu bölümde SS'nin etki mekanizması, optimal tüketim protokolü, egzersiz performansı üzerine etkisi ve olası yan etkilerinden bahsedilmiştir.

### 2.5.1. Etki Mekanizması

Sodyum sitrat ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ), hücre dışı tamponlama kapasitesini artırabilen bir tamponlayıcı ajandır. Tüketilmesini takiben, hızla kurucu iyonlarına ayrılarak ince bağırsak duvarından emilir. Dolaşıma geçen sodyum ve sitrat elektrik dengesinde değişikliğe yol açar (34, 96). Bu dengenin geri kazanılması için, böbrekler aracılığıyla plazma  $\text{H}^+$  iyonlarının atılım hızı artırılırken bikarbonat atım hızı azaltılarak kan alkalozu desteklenir (39). Böylece, SS tüketimi ile artan kan pH'ı, MCT1-4 protein aktivitesindeki artışı tetikler ve aktif kas hücresi içinde biriken  $\text{H}^+$  ve laktatın hücre membranından dışarıya geçişi sağlanır (27) (Şekil 2.2.). Sonuç olarak kas içi asidozu azaltılırken aktif kasta hücre dışına taşınan  $\text{H}^+$  iyonları artan kan bikarbonatı ile tamponlanır.



Şekil 2.2. Sodyum sitratın etki mekanizması.

### 2.5.2. Tüketim Protokolü

Sodyum sitrat tüketimi sonrası zirve kan alkalozunun oluşmasında ve GİS'in değerlendirilmesinde doz, tüketimden egzersize kadar geçen süre, tüketim süresi ve tüketim formu SS'nin tüketim protokolü kapsamında araştırılmıştır. Bu bölümde SS'nin tüketim protokolü yukarıda bahsedilen etkenler kapsamında incelenmiştir.

#### **Doz**

Literatürde SS'nin ergojenik etkileri 100-900 mg/kg doz aralığında araştırılmış olup, bu dozların kan bikarbonat ve pH düzeyleri yanı sıra GİS üzerine etkileri de incelenmiştir (25, 38, 40, 103). Egzersizden önce akut SS tüketiminin alınan dozdan ve tüketim protokolünden bağımsız olarak, kan pH ve bikarbonat değerlerini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir(25, 26, 31-36, 91, 96, 100, 129). Ancak Urwin ve arkadaşlarının (40) yaptığı bir çalışmada >0,5 g/kg SS dozları şiddetli GİS'e yol açmış, >0,5 g/kg SS tüketimi 0,5 g/kg'a kıyasla kan pH ve bikarbonat değerlerinde farklılığa neden olmamıştır. Ayrıca, 0,5 g/kg SS tüketimi, <0,5 g/kg ve >0,5 g/kg'a kıyasla daha çok performans gelişimine yol açmıştır (39). Örneğin, McNaughton'ın yaptığı ve ilk doz-cevap çalışmasında (25) 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 ve 0,5 g/kg SS dozlarının fiziksel olarak aktif erkeklerde, 60 s maksimal bisiklet egzersizi üzerine etkisi incelemiş ve toplam iş ve maksimum güç çıktılarında 0,5 g/kg SS tüketiminin diğer dört doza kıyasla performansta daha yüksek gelişmeler sağladığı rapor edilmiştir. Buna ek olarak egzersiz sonrası en yüksek laktat konsantrasyonları 0,5 g/kg SS dozunda kaydedilmiştir. Sonuç olarak, 0,5 g/kg SS'nin, egzersiz öncesi tüketiminin, en düşük GİS ile birlikte en yüksek kan bikarbonat ve pH konsantrasyonlarına ulaşılmasını sağladığı belirtilmiştir (40).

### **Tüketimden Egzersize Kadar Geçen Süre, Tüketim süresi ve Tüketim Formu**

Sodyum sitrat tüketimini takiben, zirve kan alkalozu ile en düşük GİS'in görüldüğü zaman aralığı (tüketimden egzersize kadar geçen süre), tüketim süresi ve tüketim formu bir başka araştırma konusudur. Urwin ve arkadaşlarının (40) SS tüketiminin antrene olmayan kadın ve erkeklerde optimal tüketim süresini incelediği çalışmada 0,5 g/kg SS alımını takiben maksimum kan alkalozuna tüketimden sonraki 180-215. dakikalar arasında ulaşılmıştır. Optimal tüketim formunun incelendiği bir çalışmada ise (103) antrene olmayan kadın ve erkek katılımcılar ile eşit dozlarda SS'nin (0,5 g/kg) kapsül ve solüsyon formunda tüketiminin kan alkalozu üzerine etkileri incelenmiştir. Kapsül formunda tüketimin solüsyon formunda tüketimine kıyasla tüketim sonrası 180., 210. ve 240. dakikalarda kan pH ve bikarbonat değerlerini daha fazla artırdığı bildirilmiştir. Ayrıca, solüsyon formunda tüketim sonrası zirve kan alkalozu tüketimden sonrası ortalama 164. dakikada, kapsül formunda tüketim sonrası ise ortalama 204. dakikada gözlemlenmiştir. Kapsül formunun solüsyon formuna kıyasla neden daha yüksek zirve kan değerlerine sebep olduğu henüz net olmamakla birlikte, kapsüllerin protein içerikli yapısının ince bağırsak lümeninde solüsyon formuna kıyasla daha kademeli bir geçiş sağlamış olabileceği ve bu nedenle daha fazla sitrat ve sodyum iyonunun dolaşıma geçiş yapmış olabileceği düşünülmektedir. Urwin ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada ise (38) 0,5 g/kg SS'nin tüketim sürelerine bağlı olarak (15, 30, 45 ve 60 dk içinde tüketim) kan alkalozuna etkileri incelenmiştir. Sodyum sitratın 15, 30 ve 45 dakika içerisinde tüketimi arasında fark bulunamazken 60 dakikadan daha kısa süre içerisinde tüketimin daha yüksek kan alkalozuna neden olduğu belirtilmiştir.

Bunlara ek olarak tamponlayıcı ajan olarak dışarıdan ergojenik destek alınmasını takiben, kanda 5-6 mmol/L'lük bikarbonat artışının egzersiz performansını geliştirme olasılığını artırıcı etki sağlayabileceği öne sürülmüştür (99, 101, 130). McNaughton'ın yaptığı çalışmalarda (25, 27) 0,5 g/kg SS tüketimini takiben kan bikarbonat düzeylerinde 5-6 mmol/L artış ile birlikte performans gelişimi gözlemlenirken bikarbonat düzeylerinde bu artışı yakalamasına rağmen performans artışı olmayan (33, 131) ve bu artışı yakalamamasına rağmen performans artışı gözlemlenen çalışmalar (26) bulunmaktadır

(Tablo 2.1.). Çalışmalar arasındaki bu farklılıklar egzersiz protokolü, GİS, MCT aktivitesi ve takviyeye verilen yanıtta bireysel varyasyonlar ile açıklanmıştır (99). Sodyum sitrat tüketiminin egzersiz performansında artışa yol açması için gereken kan bikarbonat eşiğinin ne olması gerektiği konusunda çalışma bulunmamaktadır. Ancak Urwin ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (38) kapsül formunda 0,5 g/kg SS tüketilmesini takiben 120-270. dakikalar arasında 5-6 mmol/L'lik kan bikarbonat artışına ulaşıldığı rapor edilmiştir. Buna ek olarak, literatürdeki SB çalışmalarından elde edilen sonuçlar, bireysel zirve kan alkalozu ile uyumlu olarak egzersize başlamanın, tüm katılımcılar ya da sporcular için standardize edilmiş tüketim protokolünün kullanılmasından daha fazla performans yararı sağlayabileceğini belirtmektedir (130).



**Tablo 2.1.** Kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz testlerinde 0,5 g/kg sodyum tüketimi sonrası kan parametrelerindeki değişim, performans artışı ve GİS görülme sıklığı.

Kaynak	Tüketim şekli	Tüketim-Ölçüm arası süre (dk)	GİS değerlendirme yöntemi	GİS gözlenen katılımcı sayısı	pH	Bikarbonat (mmol/L)	Egzersiz türü	Performans gelişimi
McNaughton, 1990 (25)	Solüsyon	90	Belirsiz	0/11	0,12 <sup>+</sup>	10,0 <sup>+</sup>	60 s maksimal bisiklet egzersizi	Tİ (kJ)= %19 MG (W)= %16,5
McNaughton ve Cedero, 1992 (27)	Solüsyon	90	-	-	-	7,5*	120 s maksimal bisiklet egzersizi 240 s maksimal bisiklet egzersizi	Tİ (kJ)= %12,2 MG (W)= %11,8 Tİ (kJ)= %12,2 MG (W)= %8,9
Linossier ve ark., 1997 (26)	-	90	-	-	-	4,0*	VO <sub>2maks</sub> 'ın %120'sinde tükeninceye kadar bisiklet egzersizi	TS (s)= %13,1
Russel ve ark., 2014(33)	Solüsyon	120	-	-	0,05*	6,0*	200 m yüzme	Gelişme yok
Flueck ve ark., 2014(28)	Solüsyon	90	Belirsiz	5/9	0,10*	3,6*	1500 m tekerlekli sandalye ergometresi	Gelişme yok
Cox ve Jenkins, 1994 (29)	Solüsyon	90	Belirsiz	7/8	0,05*	3,4*	5x60 s maksimal bisiklet egzersizi, 5 dk toparlanma	Gelişme yok
Potteiger ve ark., 1996 (131)	Kapsül	120	-	-	-	5,5*	Laktat eşliğinin %110'nunda koşu	Gelişme yok

GİS: Gastrointestinal semptom; Tİ: Toplam iş; MG: Maksimum güç; TS: Tükenme süresi; VO<sub>2maks</sub>: Maksimal oksijen tüketimi. \*Sodyum sitrat ve plasebo tüketimi arasında anlamlı farklılık var. <sup>+</sup>Herhangi bir istatistiksel analiz rapor edilmedi.

### 2.5.3. Egzersiz Performansı Üzerine Etkisi

Literatürde SS tüketiminin egzersiz performansı üzerine etkileri, çok kısa süreli (23,0±12,0 s; bisiklet, koşu) (27, 132), kısa süreli (173,1±114,6 s; bisiklet, koşu, yüzme, kürek çekme) (25-34, 100, 127, 129, 131, 133, 134) ve uzun süreli (2331,0±1353,0 s; bisiklet, koşu) (35, 36, 135, 136) egzersiz protokollerinde çalışılmıştır. Kısa süreli egzersiz protokollerinde SS tüketimi egzersiz performansını geliştirirken (25-27, 100) çok kısa süreli (27, 132) ve uzun süreli (36, 135-137) egzersiz protokollerinde performans gelişimi gözlenmemiştir. Bu durum, kısa süreli ( $\geq 60$  ve  $\leq 420$  s) ve çok yüksek şiddetli ( $> \%100$   $VO_{2maks}$ ) egzersizlerde, asidozun yorgunluğa neden olarak egzersiz performansını sınırlayıcı bir faktör olması (138) ile açıklanmaktadır. Uzun süreli egzersizlerde karbonhidrat kullanılabilirliği, dehidratasyon ve yükselen vücut sıcaklığı ile açıklanırken çok kısa süreli egzersizlerde ise fosfokreatin depolarının tükenmesi (51) ve/veya artan plazma  $K^+$ 'ya bağlı olarak (139) kas uyarılabilirliğinin azalmasının performansı sınırlayıcı faktörler olarak öne çıkması ile açıklanmıştır. Buna ek olarak, pozitif etki gözlemlenen kısa süreli egzersiz çalışmalarının tamamında, egzersizin şiddeti yüksek veya çok yüksek olup tüketilen SS dozu ise 0,5 g/kg'dır (25-27, 100). Örneğin, McNaughton'ın (25) antrene olmayan erkeklerde yaptığı çalışmada 0,5 g/kg SS tüketiminin PL'ye kıyasla bisiklet ergometresinde 60 s maksimal sprintte elde edilen toplam iş (kJ) çıktısını %19 oranında; Linossier ve arkadaşlarının (26) antrene olmayan erkek ve kadınlarda yaptığı çalışmada ise  $VO_{2maks}$ 'ın %120'sinde gerçekleştirilen bisiklet egzersizinde elde edilen tükenme zamanında %15 gelişme sağladığı gösterilmiştir. Bununla birlikte bu çalışmalarda, takviye sonrası kan bikarbonat düzeyindeki artışlar sırasıyla 10 mmol/L (25) ve 4 mmol/L (26) olarak rapor edilmiştir. Bunun aksine, SS dozu 0,5 g/kg ve egzersiz şiddeti yüksek olmasına karşın performans gelişimi gözlemlenmeyen çalışmalar da bulunmaktadır (28, 29, 33, 109). Örneğin, Cox ve arkadaşlarının (29) antrene olmayan erkeklerde yaptığı çalışmada egzersiz testinden 90 dakika önce alınan 0,5 g/kg SS'nin, PL'ye kıyasla egzersiz öncesi kan bikarbonat düzeylerinde artışa (+3,4 mmol/L) neden olduğu ancak toplam iş çıktısını (kJ) etkilemediği belirtilmiştir. Performans artışının

görülmemesinin en büyük sebebinin ise tüketimi takiben görülen GIS olduğu belirtilmiştir.

Bunlara ek olarak, akut sodyum sitrat tüketimini takiben kan sodyum düzeylerinin değerlendirildiği sınırlı çalışma (28, 36) bulunmakla birlikte artan kan sodyum ( $\text{Na}^+$ ) düzeylerinin plazma hacminde artışa neden olarak aktif iskelet kasının perfüzyonunu arttırabileceği ya da performansı olumsuz etkileyecek vücut sıcaklıklarındaki artışları erteleyebileceği düşünülmektedir. Öte yandan, artan plazma hacminin vücut ağırlığında da artışa neden olarak performansı olumsuz yönde etkileyebileceği de tartışılmaktadır. Örneğin, Vaher ve arkadaşları (36) sıcak ortam şartlarında SS tüketiminin 5000 m koşu performansı yanı sıra su tutulumu, vücut ağırlığı ve plazma hacmine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları; SS tüketiminin performans gelişiminde değişikliğe yol açmadığını, su tutulumu, vücut ağırlığı ve plazma hacmini ise PL'ye kıyasla artırdığını göstermiştir. Siegler ve arkadaşlarının (140) yaptığı güncel bir çalışmada ise sadece su tüketimine kıyasla SS ve SB'nin, bileşiminde bulunan sodyum ( $\text{Na}^+$ ) nedeniyle su tutulumunu ve buna bağlı olarak plazma volümünü artırdığı bildirilmiştir. Ancak vücut ağırlığı ve vücut suyunda herhangi bir farklılık gözlenmemesi ağırlık kısıtlamalı etkinliklere katılan sporcularda SS ve SB kullanımının olumsuz bir etkisinin olmayacağı yönünde değerlendirilmiştir. Öte taraftan, bu tamponlayıcı ajanları hidrasyon stratejisine dahil etmenin egzersiz performansı kapsamında yararlı olup olmadığının anlaşılması ve sodyum sitrat tüketimi sonrası kan sodyum miktarındaki artışın egzersiz performansı ile ilişkisinin aydınlatılması için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **2.5.4. Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi**

Sodyum sitratın tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerinin sunulacağı bu bölümde öncelikle tekrarlı sprint egzersizi ve aralıklı sprint egzersizi arasındaki farkın tanımlanmasında fayda vardır. Aralıklı sprint egzersizi, neredeyse tam olarak toparlanmanın sağlanabileceği kadar uzun toparlanma aralıkları (60-300 s) ile bölünmüş kısa süreli sprintlerle ( $\leq 10$  s) karakterizedir (43). Aksine tekrarlı sprint egzersizinde ise bu kısa süreli sprintler tam toparlanmanın gerçekleşmediği kısa süreli ( $\leq 60$  s) toparlanma

aralıklarıyla karakterizedir. Bu nedenle, aralıklı sprint performansında neredeyse hiç performans düşüşü gözlenmezken (49) tekrarlı sprint performansında bu düşüş belirgindir (10).

Sodyum sitrat takviyesinin tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini doğrudan inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak SS'nin tenis performansına etkilerini incelemek amacıyla Cunha ve arkadaşları (100) genç erkek tenis oyuncularında SS (0,5 g/kg) tüketimini takiben 2 saat sonra sırasıyla maç öncesi tenis yetenek testi (topa vuruş doğruluğu yüzdesi, vuruş tutarlılığı yüzdesi ve vuruş sayısı), tekrarlı sprint testi (10x 22 m, 15 s toparlanma) ve hemen ardından 1 saatlik tenis maçı gerçekleştirmişler ve maç sonrası tenis yetenek testi ve tekrarlı sprint testi tekrarlanmıştır. Kan parametreleri incelendiğinde; SS tüketiminin PL'ye kıyasla egzersiz öncesi kan pH ve bikarbonat düzeylerini artırdığı ve egzersiz sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeylerinin daha yüksek seyrettiği belirlenmiştir (100). Çalışmanın bulguları, SS tüketiminin vuruş tutarlılığını geliştirdiğini gösterirken (SS= %58,5± 14,8 ve PL= %40,4± 10,4) tekrarlı sprint performansını (sprint süresi) geliştirmediğini ortaya koymuştur (100). Ancak performans düşüş yüzdesi, SS tüketiminde %0,1, PL tüketiminde ise %4,8 olarak kaydedilmiştir (100).

Buna ek olarak, SS'nin aksine tekrarlı sprint performansında tamponlayıcı ajan SB'nin etkilerini doğrudan inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (10, 141). Örneğin, Bishop ve arkadaşlarının (10) çalışmasında, egzersizden 90 dakika önce 0,3 g/kg SB tüketiminin rekreasyonel olarak aktif kadın takım sporcularında, 30 s toparlanma aralıkları ile bölünmüş 5x6 s maksimal bisiklet egzersiz performansına etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları (10), PL'ye kıyasla SB tüketiminin kan bikarbonat (SB= 30,0 ± 3,0 ve PL= 23,6 ± 1,1 mmol/L) ve pH düzeylerinin (SB= 7,5 ± 0,04 ve PL= 7,42 ± 0,02) yanı sıra toplam iş (SB= 16,5 ± 3,1 ve PL= 15,7 ± 3,0 kJ) ve 3., 4., ve 5. sprintlerdeki iş ve güç çıktılarını artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca, PL'ye kıyasla egzersiz sonrası kas içi laktat konsantrasyonları yaklaşık %72 daha yüksek rapor edilmiştir (10). Benzer şekilde, Lavender ve Bird'ün (141) 0,3 g/kg SB takviyesinin 50 s toparlanma aralıkları ile

bölünmüş 10x10 s maksimal bisiklet egzersizi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada ise SB tüketiminin 10 sprintten 2'sinde (2. ve 10. sprint) maksimum güç çıktısının artmasına yol açtığı kaydedilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda tam olarak asit-baz regülasyonunun sağlanamadığı kısa toparlanma süreleri ile bölünmüş yüksek şiddetli aktiviteleri içeren spor branşları için (takım sporları, boksörler, pist bisikleti vb.) bu takviyelerin kullanımının önemli olabileceği belirtilmiştir (99).

Sodyum sitrat tüketiminin aralıklı sprint performansı üzerine etkilerinin incelendiği çalışma sayısı ise sadece üçtür (29, 32, 34). Bu çalışmalardan sadece biri (29) 0,5 g/kg SS dozu kullanmıştır. Cox ve arkadaşlarının (29) antrene olmayan erkeklerde gerçekleştirdiği bu çalışmada 5 dakikalık toparlanma aralıkları ile bölünmüş 5x60 s maksimal bisiklet egzersizinde SS tüketiminin egzersiz öncesi kan değişkenlerinde değişikliklere neden olduğu ancak toplam iş çıktısını (kJ) etkilemediği belirtilmiştir. Ancak egzersiz periyotları arasındaki toparlanma sürelerinin uzun olmasının; PCr yeniden sentezinin gerçekleşmesine, miyogloblin doyunluğunun sağlanmasına ve buna bağlı olarak egzersizin glikolitik enerji talebinin azalmasına neden olduğu da bilinmektedir (29, 32, 142, 143). Bu durumun SS gibi tamponlayıcı ajanların ergojenik etkilerini gösterebilmesi için sınırlayıcı bir faktör olabileceği belirtilmektedir (32). Örneğin, Balsom ve arkadaşlarının (43) iyi antrene erkek katılımcılarda 15x40 m sprint performansının değişen toparlanma sürelerine (30, 60, 120 s) bağlı olarak egzersiz sonrası laktik asit ve performans düşüş yüzdelerine etkisinin incelendiği çalışmada egzersiz sonrası en yüksek kan laktat düzeyi 30 s toparlanma periyodunda ( $17,2 \pm 9$  mmol/L) gözlemlenirken performans düşüş yüzdesi sırasıyla %10, %3 ve %2 olarak rapor edilmiştir.

### **2.5.6. Olası Yan Etkiler**

Ergojenik destek olarak SS kullanımı, birçok derlemede belirsiz performans sonuçları ile tartışılmakla beraber sıklıkla GİS ile de ilişkilendirilmiştir (11, 17, 18, 95, 99, 144, 145). GİS açısından incelendiğinde SS'nin, SB'ye kıyasla daha az GİS etkisine neden olduğu belirtilmektedir (18, 128). Nitekim yakın zamanda yapılan bir araştırma da (128), takviyeler aynı dozda (0,3 g/kg) alındığında SS'nin, SB'ye kıyasla azalmış GİS ile

ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Yine de SS tüketimini takiben görülen mide bulantısı, şişkinlik gibi daha hafif GİS'in katılımcıların performansını sınırlayıcı bir etkiye sahip olabileceği bildirilmiştir (37, 40). Urwin ve arkadaşlarının toplam 33 çalışmayı (354 katılımcı) incelediği derlemede (39); 0,5 g/kg'dan daha düşük SS tüketen 79 katılımcının 20'sinde (% 25), 0,5 g/kg SS tüketen 98 katılımcının 66'sında (% 67) ve 0,5 g/kg'dan daha fazla SS tüketen 37 katılımcının 30'unda (% 81) GİS görüldüğü rapor edilmiştir. Tüketim sonrası GİS belirli zaman aralıkları ile değerlendirildiğinde ise 0,5 g/kg SS tüketiminin, tüketimi takiben 65-95 dakika arasında en yüksek seviyeye ulaştığı gösterilmiştir (40). Urwin ve arkadaşlarının yaptığı güncel bir çalışmada ise (103) SS tüketim protokolü; tüketilebilirlik, GİS ve alkalozun artırılması yönünden incelenmiştir. GİS şiddetleri arasında tüketim formları arasında fark bulunmazken, kapsül formun tüketilebilirliğinin daha kolay olduğu belirtilmiştir. Yine her iki tüketim formunda da GİS'in hafif düzeyde olsa da tüketimi takiben 30. ve 120. dakikalarda başlangıç seviyesinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçları doğrultusunda, egzersiz performansında olası bir performans artışı için en yüksek kan alkalozu ve en düşük GİS semptomlarının görüldüğü zaman aralığını yakalayabilmek için 0,5 g/kg SS dozunun egzersizden en az 180 dk önce ve kapsül formunda tüketilmesi önerilmiştir (40, 103). Ancak, McNaughton'ın (25) antrene olmayan erkeklerde yaptığı çalışmada; egzersizden 90 dakika önce solüsyon formunda SS (0,5 g/kg) alınmasının GİS'e neden olmadığı ve egzersiz performansını artırdığı belirtilmiştir. Bunun aksine Cox ve arkadaşlarının (29) antrene olmayan katılımcılarda yaptığı çalışmada ise egzersizden 90 dakika önce 0,5 g/kg SS tüketiminin 60 s'lik tekrarlı sprint performansını geliştirmediği ve çalışmaya katılan 8 kişiden 7'sinde mide bulantısı, 1'inde ise kusma semptomlarının olduğu rapor edilmiş ve performans artışının olmaması GİS'in varlığı ile açıklanmıştır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Katılımcılar

Araştırmaya, yarışma evresinde olan 18-25 yaş arasında, sağlıklı, genç profesyonel erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara Ankaragücü altyapı ve Keçiören Bağlumspor takım baş antrenörleri ile iletişime geçilerek ulaşılmıştır. Bu çalışmanın protokolü Hacettepe Üniversitesi Klinik Etik Kurul Komisyonu tarafından onaylanmıştır (GO 21/451) (Bkz. EK-1). Çalışmaya katılmayı kabul eden ve çalışma kriterlerini karşılayan 32 katılımcıya protokol hakkında bilgi verilmiş ve bilgilendirici gönüllü olur formları (Bkz. EK-2) imzalatılmış, çalışma Helsinki Bildirgesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların antrenman geçmişleri demografik bilgi formu (Bkz. EK-3) aracılığıyla, fiziksel aktivite yapmayı engelleyen bir sağlık sorunları olup olmadığı ise Amerikan Spor Hekimliği Koleji'nin fiziksel aktiviteye uygunluk anketi (Bkz. EK-4) kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma sırasında çeşitli sebeplerle araştırma protokolünü tamamlayamayan katılımcıların yerine yeni katılımcılar alınmıştır. Bu çerçevede çalışmaya toplam 32 sporcu başlamış, bu sporculardan 12'si çeşitli sebeplerle araştırma protokolünü tamamlayamadığı için (1 kişinin takım transferinin gerçekleşmesi, 2 kişinin daha önceki kas yaralanmalarının Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (RAST) esnasında nüksetmesi, 1 kişinin kendi takım antrenmanları sırasında aşıl tendonu yaralanması geçirmesi, 1 kişinin COVID-19'a yakalanması, 1 kişinin 1. RAST'ı tamamlamasının ardından kısa süreli baygınlık geçirmesi sebebiyle 2. RAST'a katılmamasına karar verilmesi, 4 kişinin ise müdahale içeceğini tüketememesi) çalışmadan çıkarılmış, 2 kişi ise performans verilerinde aşırı değerlere sahip olmaları sebebiyle veri analizine dahil edilmemiştir. Böylece çalışma 20 kişiyle tamamlanmıştır. Araştırmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri aşağıda sunulmuştur:

#### Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

1. 18-25 yaş aralığında olmak

2. Futbol branşında en az 3 yıldır, düzenli (haftada en az 3) antrenman yapan sporcu olmak

### Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

1. Metabolizmayı etkileyebilecek herhangi bir ilaç ya da takviye kullanmak
2. Egzersiz yapmayı sınırlayan akut ya da kronik bir hastalığının olması (kas-iskelet sistemi problemleri, kardiyovasküler rahatsızlıklar, solunum sistemi sorunları vb.)
3. Alkol ve/veya sigara kullanmak
4. Çalışma süresince metabolizmayı etkileyecek düzenli bir beslenme programı takip ediyor olmak (aralıklı açlık, ketojenik diyet, vegan beslenme vb.)

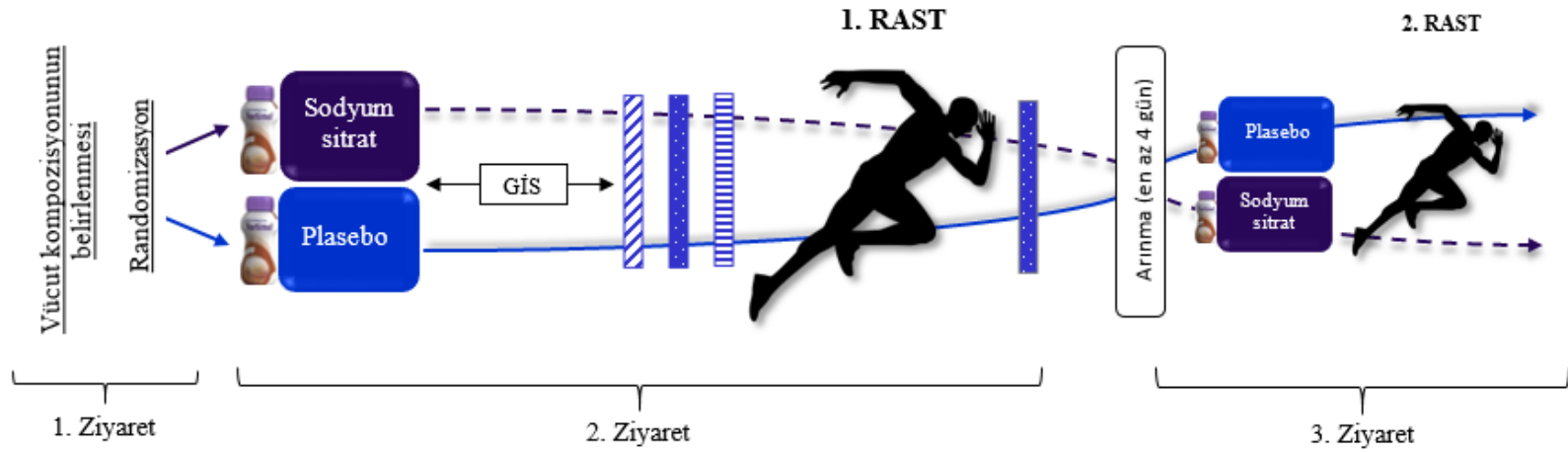



**Şekil 3.1.** Çalışmaya davet edilen ve çalışmayı tamamlayan katılımcı sayıları.





### 3.2. Araştırma Tasarımı

Bu araştırmada, randomize çapraz tasarımla akut SS ve PL takviyesi alan katılımcıların RAST performansı değerlendirilmiştir. Çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılar Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesini 1 kez vücut kompozisyon ölçümleri, 2 kez ise RAST ölçümlerinin gerçekleştirilmesi için toplamda 3 kez ziyaret etmiştir (Şekil 3.2.). İlk ziyarette katılımcıların vücut kompozisyonu analizi yapılmıştır. İkinci ziyarette, katılımcı kendisine 1 gün öncesinde teslim edilen müdahale içeceğini (SS veya PL) ve standart kahvaltı öğününü tüketmiş olarak ölçüm sahasına gelmiştir. RAST, en yüksek kan alkalozu ile birlikte tüketimi takiben görülen GİS'i en aza indirmek için takviye kullanımından 180-210 dk sonra gerçekleştirilmiştir. Dinlenik kalp atım hızının kaydedilmesi ve egzersiz öncesi dinlenik parmak ucu kan örneğinin alınmasından sonra katılımcı standart ısınma protokolünü uygulamış ve hemen sonrasında 1. RAST koşusu gerçekleştirilmiştir. RAST öncesi ve testin tamamlanmasını takiben 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda parmak ucundan alınan kan örneği ile laktat, bikarbonat ve kan pH düzeyleri test sahasında ölçülmüştür. En az 4 günlük arınma döneminden sonra katılımcılar 2. RAST koşusu testine alınmıştır (üçüncü ziyaret). Çapraz tasarım gereği 1. RAST'ta SS tüketen katılımcıların 2. RAST'ta PL, 1. RAST'ta PL tüketen katılımcıların ise 2. RAST'ta SS tüketmesi sağlanarak protokol tekrarlanmıştır. Ölçümler saat 10:30-13:30 arasında gerçekleştirilmiştir. Her katılımcının 1. RAST'ta ölçüme başlama saati ile 2. RAST'ta ölçüme başlama saatinin aynı olması sağlanmıştır. Çalışmada katılımcıların toplam sprint süreleri, maksimum (zirve), ortalama ve minimum güçleri, en iyi ve en kötü sprint süreleri, performans düşüş yüzdeleri, maksimum ve ortalama kalp atım hızları, algılanan zorluk dereceleri ve test öncesi ve sonrası kan laktat, bikarbonat ve pH düzeyleri belirlenmiştir. Katılımcılardan laboratuvar ziyaretlerinden önceki son 24 saatte egzersiz yapmamaları, kahve-alkol tüketmemeleri, test öncesi son 24 saat için besin tüketim kaydı tutmaları, RAST öncesi benzer öğünler tercih etmeleri ve test sabahı sadece kendilerine verilen standart kahvaltı öğününü ve müdahale içeceğini tüketmeleri istenmiştir.



 Dinlenme ( 15 dakika, oturur pozisyonda)

 Kan örneği alımı (Egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası 1., 3., 5. ve 7. dakikalar)

 Isınma (10 dakika standart ısınma, 5 dakika pasif dinlenme)



Standart kahvaltı öğünü

**GİS:** Gastrointestinal semptomların değerlendirilmesi

**RAST:** Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (6x35 m, 10 s toparlanma)

Şekil 3.2. Araştırma tasarımı

### **3.3. Verilerin Toplanması**

#### **3.3.1. Antropometrik Ölçümler ve Vücut Kompozisyonu**

Katılımcılar, gece 00.00'da besin tüketimi ve sıvı alımını sonlandırarak, 8 saatlik açlık sonrası sabahın erken saatlerinde ilk laboratuvar ziyaretlerini gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılardan öncelikle mesanelerini boşaltmaları istenmiştir. Boy uzunlukları 0,1 cm hassasiyete sahip boy ölçer (Holtain Harpenden Stadiometer, İngiltere) kullanılarak ölçülmüştür. Daha sonra katılımcının üzerindeki metal eşyalar çıkartılmış, ince bir kıyafetle ve çıplak ayakla vücut ağırlıkları 0,1 kg hassasiyete sahip biyoelektrik impedans analizi (BIA) cihazıyla (Tanita SC330, Japonya) ölçülmüştür. Takiben, vücut kompozisyonları Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri (DXA, Lunar Prodigy Pro narrow Fan Beam (4.5°), GE Health Care, Madison Wisconsin, USA) cihazıyla belirlenmiştir. Vücut kompozisyonu analizinde standart ölçüm protokolü takip edilmiştir (146). Kas kütlesi, yağ kütlesi, vücut yağ oranı (VYO) ve yağsız yumuşak doku (YYD) Encore v17.1 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm ölçümler aynı uzman tarafından gerçekleştirilmiştir. Kullanılan tüm cihazların günlük kalibrasyonları ilk ölçümden önce tamamlanmıştır.

#### **3.3.2. Diyet ve Suplementasyon Protokolü**

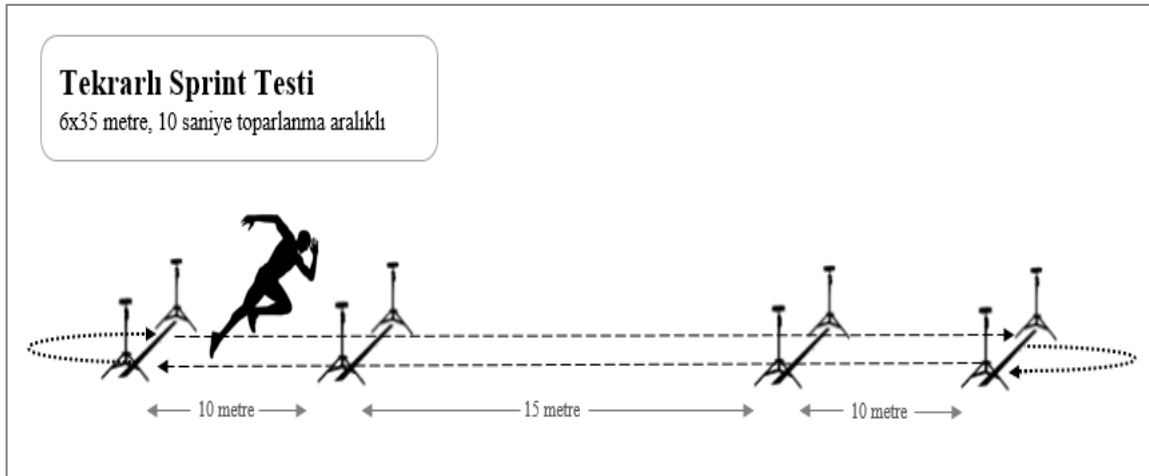
Çalışma sırasında katılımcıların günlük beslenme alışkanlıklarını değiştirmemeleri istenmiştir. Tüm katılımcıların enerji, makro ve mikro besin alımı testlerden önce 24 saatlik besin tüketim kaydı alınarak kaydedilmiştir (Bkz. EK-7). Katılımcılardan her iki RAST koşusu öncesi benzer öğünler tüketmeleri istenmiş ve besin tüketim kayıtları BeBis 6.1 Beslenme Bilgi Sistemi (Dr J. Erhardt, Stuttgart, Hohenheim, Germany) kullanılarak değerlendirilmiştir. Testler sırasında diyetin etkisini ortadan kaldırmak amacıyla egzersiz testlerinden bir gün önce katılımcılara ~8 kkal/kg ve % 49 karbonhidrat, % 35 yağ ve % 16 protein içeren standart yüksek kalorili enteral sıvı öğün (Fortimel Energy, Nutricia) ve 750 ml limon aromalı su içerisinde çözdürülmüş 0,5 g/kg SS veya 0,04 g/kg NaCl'ü içeren PL verilmiştir. Her katılımcı uyanma, standart kahvaltının tüketilmesi, müdahale

ieeğinin tketlenmesi ve ölçüm sahasında olunması gereken saat konusunda detaylı bilgilendirilmiş ve hatırlatmalar yapılarak aksama olması mümkün olduğunca engellenmiştir. Katılımcılar 15 dakika içerisinde standart kahvaltı öğünlerini ve yarım saat içerisinde de müdahale ieeğini tüketmiş ve tüketimin sonlanmasından 3 saat sonra RAST lmne başlanmıştır.

### 3.3.3. Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (RAST)

Tekrarlı sprint performansını değerlendirmek için çok sayıda test protokolü geliştirilmiş. Bununla birlikte, test protokolü seçilirken branşa zđ hedeflere uygun olarak tekrar sayısı, hareket mekaniği (rneğin bisiklet ya da koşu egzersizi) ve dinlenme süresinin göz önünde bulundurulması önemlidir. Ergojenik destek olarak etkinliği araştırılan SS'nin anaerobik enerji sisteminin baskın olarak kullanıldığı kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde etkili olduğu bilinmektedir (39). Buna ek olarak, tekrarlanan türde kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde SS'nin performans üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda (29, 32, 34) performans gelişimi gözlenmemiş ve bu durumun başlıca sebebinin sprintler arasındaki toparlanma sürelerinin çok uzun (5-6 dakika) olması olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, anaerobik performansın değerlendirilmesinde bir laboratuvar testi olarak Wingate Testi (WanT) sık kullanılmakla birlikte bu testin pahalı ekipman gerektirmesi sebebiyle antrenör ve sporcular için pratik olmayıp ulaşılması zordur. Hazır ve arkadaşları (147), anaerobik performansın değerlendirilmesinde WanT yerine saha temelli RAST'ın futbolcularda kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu kapsamda RAST'ın (6x35 m, 10 s toparlanma) takım sporlarına zđ olarak saha bazlı olması, sprint mesafesinin ve tekrarının zaman-hareket analizi çalışmalarında takım sporları için belirlenen değerler ile benzer olması ve egzersiz protokolünün (kısa süreli, yüksek şiddetli, kısa toparlanma aralıklı) SS'nin etki gösterebilmesi için uygun olması nedeniyle çalışmamızda egzersiz protokolü olarak tercih edilmiştir. Test 35 metrelik bir koşu parkurunda, 10 saniye toparlanma aralıklarıyla tekrarlanan 6 sprint performansını içermektedir (şekil 3.3.). Kızılötesi fotoselli kapılar (Fusion Sport, Avustralya) test parkurunun 0. ve 35. metre mesafelerine ek olarak 10. ve 25. metrelerine de yerleştirilmiştir. Testte kullanılan fotoselli kapıların çift yönlü olması başlangıç kapısının

sonraki koşuda bitiş kapısı, bitiş kapısının ise bir sonraki koşu tekrarında başlangıç kapısı olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu sayede tekrarlı sprint testi sırasında katılımcılar her koşu sonrasında bitiş noktasında toparlanma süresinin sona ermesini pasif olarak beklemiş ve ardından bir sonraki sprint koşusunu gerçekleştirmiştir. Testten önce, katılımcılar hafif koşu ve dinamik germe içeren 10 dakikalık standart ısınmanın (20 metre mesafeli diz ve topuk çekme, sıçrama, yatay ve dikey eksenli bacak salınımları vb.) ardından 5 dakika pasif olarak dinlenmiştir. Ardından katılımcılar test parkurunun başlangıç çizgisinin 50 cm gerisinde bir ayak önde olacak şekilde pozisyon almış ve hazır olduklarında çıkış yapmışlardır. Katılımcılara maksimal efor ile 35 metre mesafeyi koşmaları, bitiş çizgisinden sonra yavaşlamaları ve bir sonraki tekrar için başlangıç çizgisine 10 saniye içinde geri dönmeleri talimatı verilmiş ve bu prosedür 6 sprint tamamlanıncaya kadar tekrar edilmiştir. On saniyelik aktif dinlenme süresinin bitmesine 5 saniye kala katılımcıların hazır pozisyonu almaları ve testin başlamasına son 3 saniye kala sesli bir şekilde geriye doğru sayım yapılarak teste başlamaları sağlanmıştır. Test öncesi dinlenik durumda bir kez ve test bitiminde katılımcılardan 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda olmak üzere toplamda 5 kez oturma pozisyonunda parmak ucundan kan alınarak laktik asit, bikarbonat ve pH değerleri belirlenmiş ve tekrarlı sprint performansı verileri veri toplama formuna kaydedilmiştir (Bkz. EK-5).



**Şekil 3.3.** Koşu bazlı anaerobik sprint testi (RAST).

Katılımcıların egzersiz öncesi dinlenik kalp atım hızı ( $KAH_{din}$ ) değerleri test öncesi oturur pozisyondaki 15 dakikalık ölçüm sırasında son 5 dakikanın ortalaması alınarak belirlenmiştir. RAST sırasında ise katılımcıların tekrarlı sprint testi sırasında fizyolojik zorlanım düzeyinin değerlendirilmesi amacıyla KAH verileri sürekli olarak telemetrik kalp atım hızı monitörleriyle (Polar RS800, Finlandiya) kaydedilmiştir. Bir tekrarlı sprint testi süresince elde edilen kalp atım hızının ortalaması ( $KAH_{ort}$ ) ve ulaşılan en yüksek kalp atım hızı ( $KAH_{maks}$ ) değerlendirmeye alınmıştır. Kalp atım hızı ölçüm sistemi, elastik bir bant ile sporcunun göğsüne sabitlenen verici ünite ve katılımcının koluna takılan saat şeklinde telemetrik monitörden oluşmaktadır.

### 3.3.4. Algılanan Zorluk Derecesinin Belirlenmesi

Katılımcıların tekrarlı sprint testi sırasında zorlanım düzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla 35 metrelik her sprint sonunda algılanan zorluk derecesi (AZD) ölçülmüştür. AZD yanıtları 6 ila 20 arasında puanlanan Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) Skalası (Bkz. EK-9) ile belirlenmiştir. Egzersiz veya test sırasında sorulduğunda 6 sayısını söyleyen katılımcı, yapılan testin çok kolay olduğunu ve rahatlıkla devam edebileceğini ifade ederken, sayının gittikçe yükselerek 20'ye yaklaşması katılımcının zorlandığını, yirmi sayısını söyleyen katılımcının ise artık tükendiğini ve egzersize devam edemeyeceğini ifade etmektedir (148).

### 3.3.5. Performans Değişkenlerinin Hesaplanması

Tekrarlı sprint protokolünde performans değişkenleri olarak toplam sprint süresi, en iyi ve en kötü sprint süresi kaydedilmiş ve minimum, maksimum ve ortalama güç ve performans düşüş yüzdesi hesaplanmıştır.

**Toplam sprint süresi (s):** Tekrarlı sprint testi sırasında kaydedilen tüm sprint süreleri toplanarak elde edilmiştir.

**En iyi sprint süresi (s):** Tekrarlı sprint testi sırasında kaydedilen en hızlı (kısa) derece olarak kabul edilmiştir.

**En kötü sprint süresi (s):** Tekrarlı sprint testi sırasında kaydedilen en yavaş (uzun) derece olarak kabul edilmiştir.

**Minimum/Ortalama/Maksimum Güç (W):** Güç çıktısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Minimum güç hesabında en kötü sprint süresi, maksimum güç hesabında en iyi sprint süresi kullanılmış; ortalama güç ise her sprintte elde edilen güç çıktılarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

$$\left( \frac{\text{Vücut ağırlığı (kg)} \times \text{Koşu mesafesi}^2 \text{ (m)}}{\text{Sprint süresi}^3 \text{ (s)}} \right)$$

**Performans düşüş yüzdesi (%):** Performans düşüş yüzdesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (1). Formülde yer alan ideal toplam süre test sırasında kaydedilen en iyi sprint süresinin tekrar sayısı ile çarpımından elde edilmiştir.

$$\left( \frac{\text{Toplam süre} \times 100}{\text{İdeal toplam süre}} \right) - 100$$

### 3.3.6. Gastrointestinal Semptomların (GİS) Belirlenmesi

Katılımcıların GİS'nı değerlendirmek için doğrulanmış gastrointestinal semptom anketi kullanılmıştır (Bkz. EK-8) (149). GİS; SS veya PL tüketimi sonrası 180 dakika boyunca 30 dakika aralıklarla, 10 farklı semptomun (mide bulantısı, kusma, gaz/şişkinlik, mide ağrısı, mide krampı, reflü/mide ekşimesi, iştahsızlık, göğüste rahatsızlık, erken tokluk, rahatsızlık) katılımcılar tarafından puanlanarak kaydedilmesiyle değerlendirilmiştir. Katılımcıların semptomlarını 5 puanlık bir Likert ölçeğinde (0= yok, 1= hafif, 2= orta düzeyde, 3= şiddetli, 4= çok şiddetli) değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirmenin yapıldığı her zaman dilimi için GİS puanlarının toplamı 0-40 arasında değişmiştir.

### 3.3.7. Kan Örneklerinin Alınması ve Biyokimyasal Analiz

Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin ardından kan alkalozundaki değişiklikleri belirlemek amacıyla egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası alınan kan örnekleriyle kan pH,

bikarbonatı ve laktat düzeyleri değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak, SS takviyesi güçlü iyon farkı oluşturarak kan alkalozunu desteklediğinden kan sodyum, klor ve sitrat düzeyleri güçlü iyon farkındaki değişikliklere ilişkin bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle kan pH, bikarbonat, laktat, sodyum ve klor düzeylerinin belirlenmesi için egzersiz öncesi dinlenik durumda 1 kez ve testin tamamlanmasını takiben 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda 4 kez olmak üzere toplamda 5 kez parmak ucundan 100 µL kan örneği alınmıştır. Biyokimyasal analizler (kan pH, bikarbonat, laktat, sodyum ve klor) ölçüm sahasında kan gazı analiz cihazı (ABL 500, Radiometer, Copenhagen, Denmark) kullanılarak yapılmış ve kan analizi takip formuna kaydedilmiştir (Bkz. EK-6).

### 3.4. İstatistiksel Analiz

Örneklem büyüklüğü G power yazılımı (G\*Power, versiyon 3.1.9.2, Franz Faul, Universitat Kiel, Dusseldorf, Almanya) kullanılarak hesaplanmış ve 0,05 alfa düzeyi, %90 araştırma gücü ve 0,8 Cohen's standartlaştırılmış ortalama (Cohen's dz) ile bu çalışma için gerekli katılımcı sayısı minimum 19 bulunmuştur. Veriler, ortalama, standart sapma ve yüzde değişim oranı olarak sunulmuştur. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi, küresellik varsayımına uyumu Mauchly Testi ile kontrol edilmiştir. Küresellik varsayımı yerine gelmeyen değişkenlerde serbestlik derecesi Epsilon ( $\epsilon$ )  $<0.75$  ise Greenhouse-Geisser,  $>0.75$  ise Huynh-Feldt düzeltilmesi uygulanmıştır (150). Egzersiz öncesi dinlenik kan biyokimyasal parametreleri, tekrarlı sprint protokolünün performans değişkenleri ve besin tüketim kayıtlarının analizinde Bağımlı Gruplarda t-Testi, egzersiz sonrası kan biyokimyasal parametreleri, GİS ve AZD yanıtlarının analizinde Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi kullanılmıştır. F istatistiği anlamlı çıktığında farklar Bonferroni Post Hoc ile belirlenmiştir. Bağımlı gruplarda t-Testindeki etki boyutu için Cohen's d istatistiği kullanılmıştır. Cohen's d  $\leq 0.2$  ise önemsiz,  $\leq 0.6$  ise küçük,  $\leq 1.2$  ise orta,  $\leq 2.0$  ise büyük,  $\leq 4.0$  ise çok büyük,  $>4.0$  ise mükemmel yakın bir etki boyutu olarak değerlendirilmiştir (151). Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizindeki etki boyutu için kısmi eta kare ( $\eta^2$ ) hesaplanmıştır ( $\eta^2 \leq 0,01$  küçük etki,  $\eta^2 \leq 0,06$  orta etki ve  $\eta^2 \leq 0,14$  büyük etki)(152). Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 23.0 programı kullanılmış (IBM Corp., Armonk, NY, ABD), anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlenmiştir



## 4. BULGULAR

Bu çalışma, egzersizden önce akut SS tüketiminin tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın başlıca bulguları, SS tüketiminin PL'ye kıyasla, egzersiz öncesi kan pH ve bikarbonat değerlerini artırdığını, daha düşük en kötü sprint süresine, daha yüksek minimum güç çıktısına, daha düşük performans düşüş yüzdesine ve daha düşük AZD yanıtlarına neden olduğunu göstermiştir. Ancak toplam sprint süresi, en iyi sprint zamanı, maksimum ve ortalama güç değerlerinde değişim gözlenmemiştir. Ayrıca, SS tüketimi, RAST sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeylerinin PL'ye kıyasla daha yüksek seyretmesine yol açmıştır. Çalışmaya ilişkin bulgular aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

### 4.1. Katılımcıların Demografik ve Fiziksel Özellikleri

Katılımcıların yaş, antrenman düzeyleri ve antropometrik ölçümleri ile antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonuna ilişkin veriler Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de sunulmuştur. Katılımcıların futbol spor geçmişi ortalama  $10,45 \pm 2,95$  yıl olup haftalık ortalama antrenman süresi  $9,65 \pm 3,12$  saattir. Vücut yağ oranları  $\%17,00 \pm 2,92$ , yağ kütleleri  $13,49 \pm 2,93$  kg iken kas kütlesi  $57,72 \pm 4,51$  kg ve yağsız vücut kütlesi ise  $60,86 \pm 4,85$  kg'dır.

**Tablo 4.1.** Katılımcıların yaş ve antrenman düzeylerine ilişkin değişkenler.

	<b>Ort <math>\pm</math> SS</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
<b>Yaş (yıl)</b>	$20,85 \pm 2,28$	18,00	25,00
<b>Futbol geçmişi (yıl)</b>	$10,45 \pm 2,95$	5,00	16,00
<b>Antrenman süresi (saat/hafta)</b>	$9,65 \pm 3,12$	5,00	18,00

Ort  $\pm$  SS: Ortalama  $\pm$  Standart sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum

**Tablo 4.2.** Katılımcıların antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonlarına ilişkin değişkenler (n=20).

	<b>Ort ± SS</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>
<b>Vücut ağırlığı (kg)</b>	73,84 ± 5,95	63,00	84,00
<b>Boy uzunluğu (cm)</b>	176,30 ± 5,90	165,0	190,0
<b>Beden kütle indeksi (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,74 ± 1,28	21,86	26,15
<b>Vücut yağ yüzdesi (%)</b>	17,00 ± 2,92	11,60	24,40
<b>Vücut yağ kütlesi (kg)</b>	13,49 ± 2,93	7,55	19,99
<b>Yağsız vücut kütlesi (kg)</b>	60,86 ± 4,85	51,80	67,18
<b>Kas kütlesi (kg)*</b>	57,72 ± 4,51	48,99	63,59

Ort ± SS: Ortalama ± Standart sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum \*Yağsız yumuşak doku ölçülmüş olup literatürde kas kütlesinin göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

#### 4.2. Besin Tüketim Kayıtlarına İlişkin Bulgular

Katılımcıların SS ve PL tüketimi sonrası gerçekleştirilen 1. ve 2. RAST öncesi son 24 saatlik besin tüketim kayıtlarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgular Tablo 4.3.'te sunulmuştur. Bulgular, katılımcıların SS ve PL kullanımı öncesi enerji alımlarının benzer olduğunu göstermiştir (SS: 1740 kkal, PL: 1584 kkal;  $t_{(19)} = 1,672$ ;  $p = 0,111$ ; Cohen's  $d = 0,374$ ). Makro besin ögesi alımları değerlendirildiğinde ise; iki RAST testi öncesi karbonhidrat (CHO) ve yağ tüketimleri gerek miktar (g) gerek enerji alımına katkı oranları yönünden benzer bulunmuştur (Karbonhidrat; SS: 186,0 g ve PL: 144,2 g;  $t_{(19)} = 2,488$ ;  $p = 0,061$ ; Cohen's  $d = 0,556$ ; SS: %42,40 ve PL: %37,40;  $t_{(19)} = 1,915$ ;  $p = 0,071$ ; Cohen's  $d = 0,428$ ; Yağ; SS: 71,6 g ve PL: 68,3;  $t_{(19)} = 0,556$ ;  $p = 0,585$ ; Cohen's  $d = 0,124$ ; SS: %37,8 ve PL: %38,2;  $t_{(19)} = -0,191$ ;  $p = 0,815$ ; Cohen's  $d = -0,042$ ). Protein tüketimleri ise miktar olarak benzer bulunurken (SS: 83,8 g ve PL: 94,0 g;  $t_{(19)} = -1,744$ ;  $p = 0,097$ ; Cohen's  $d = -0,390$ ) enerji alımına katkı oranları yönünden SS kullanımı öncesine kıyasla PL tüketimi öncesi daha yüksektir (SS: %19,85 ve PL: %24,50;  $t_{(19)} = -3,332$ ;  $p = 0,004$ ; Cohen's  $d = -0,745$ ).

**Tablo 4.3.** RAST öncesi 24 saatlik besin tüketim kayıtlarının karşılaştırılması (n=20).

Besin Ögesi	Sodyum sitrat (Ort ± SS)	Plasebo (Ort ± SS)	t	p	Cohen's d
<b>Enerji (kkal)</b>	1739,85 ± 409,87	1584,13 ± 345,53	1,672	0,111	0,374
<b>CHO (g)</b>	186,03 ± 79,53	144,18 ± 49,50	2,488	0,061	0,556
<b>CHO (%)</b>	42,40 ± 9,62	37,40 ± 10,19	1,915	0,071	0,428
<b>Protein (g)</b>	83,83 ± 26,13	94,04 ± 28,63	-1,744	0,097	-0,390
<b>Protein (%)</b>	19,85 ± 4,72	24,50 ± 6,24	-3,332	<b>0,004</b>	-0,745
<b>Yağ (g)</b>	71,61 ± 17,04	68,26 ± 22,74	0,556	0,585	0,124
<b>Yağ (%)</b>	37,80 ± 8,58	38,20 ± 8,14	-0,191	0,851	-0,042

CHO: Karbonhidrat; Ort ± SS: Ortalama ± Standart sapma; RAST: Koşu bazlı anaerobik sprint testi.

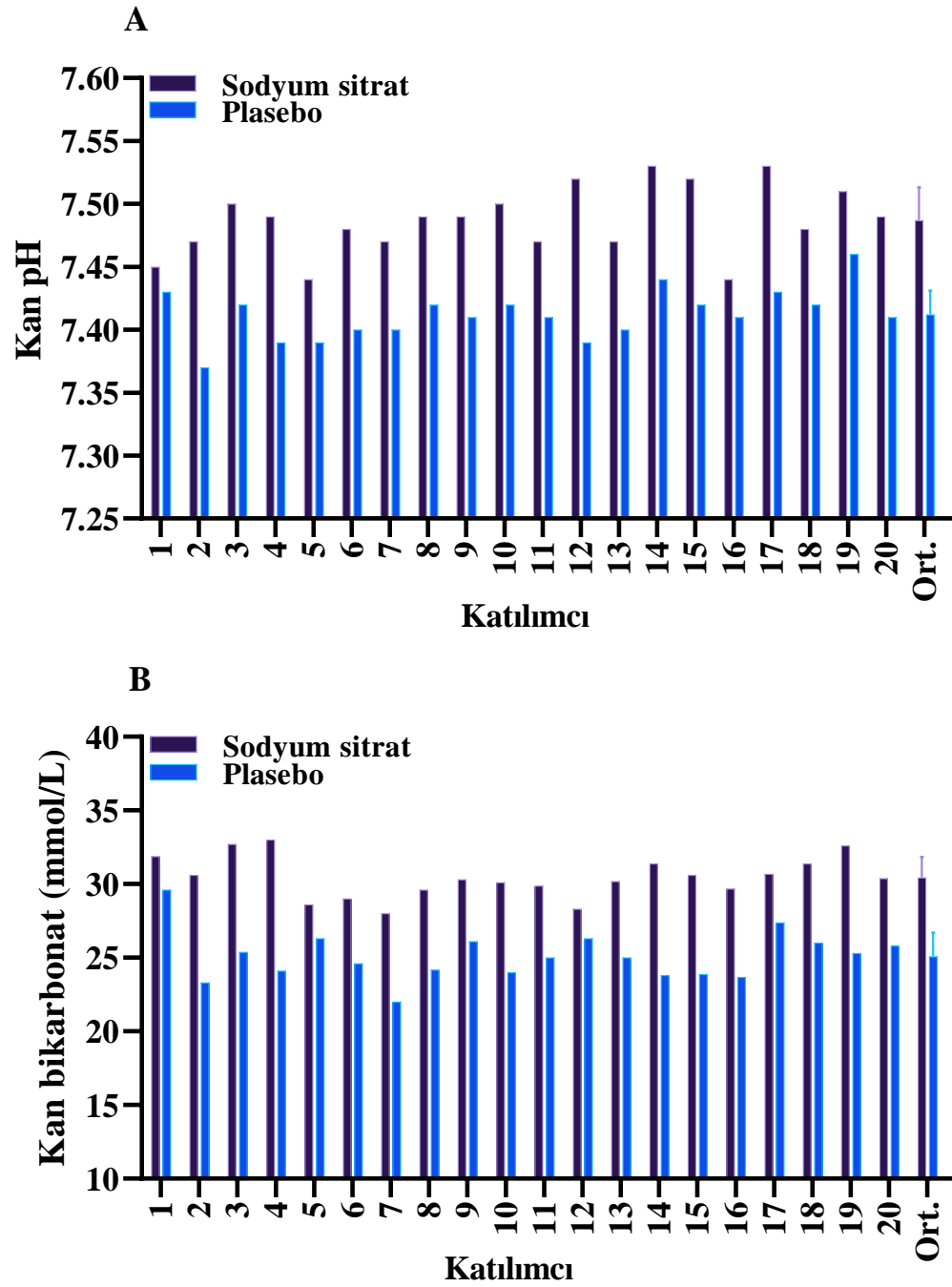
#### 4.3. Sodyum Sitrat Tüketiminin Dinlenik Kan Parametrelerine Etkisi

Sodyum sitrat tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik kan pH, bikarbonat, laktat, sodyum ve klor değişkenlerine etkisi Tablo 4.4.'te gösterilmiştir. Sodyum sitrat tüketimi, PL tüketimine kıyasla egzersiz öncesi kan pH ( $t_{(19)}= 12,973$ ;  $p= 0,000$ ; Cohen's  $d= 2,901$ ) ve bikarbonat düzeyleri ( $t_{(19)}= 12,574$ ;  $p= 0,000$ ; Cohen's  $d= 2,806$ ) anlamlı ölçüde artırmış, kan laktat konsantrasyonunda ise farklılığa neden olmamıştır ( $t_{(19)}= -0,625$ ;  $p= 0,539$ ; Cohen's  $d= -0,140$ ). Ayrıca, egzersiz öncesi kan sodyum düzeyleri iki takviye sonrası benzer bulunurken ( $t_{(14)}= 1,323$ ;  $p= 0,207$ ; Cohen's  $d=0,341$ ), klor düzeyleri SS tüketimi sonrası PL tüketimine kıyasla düşük bulunmuştur ( $t_{(14)}= -5,123$ ;  $p= 0,000$ ; Cohen's  $d= 1,322$ ). Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik kan pH ve bikarbonat düzeylerine bireysel etkileri incelendiğinde SS tüketimini takiben dinlenik kan pH ve bikarbonat düzeylerinin tüm katılımcılarda arttığı görülmektedir (Şekil 4.1.).

**Tablo 4.4.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik kan biyokimyasal parametrelerine etkisi (n=20).

	<b>Sodyum sitrat</b> <b>Ort ± SS</b> <b>(%95 CI)</b>	<b>Plasebo</b> <b>Ort ± SS</b> <b>(%95 CI)</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>Cohen's</b> <b>d</b>
<b>pH</b>	7,49 ± 0,03 (7,47-7,50)	7,41 ± 0,02 (7,40-7,43)	12,973	<b>0,000</b>	2,901
<b>Bikarbonat</b> <b>(mmol/L)</b>	30,45 ± 1,42 (29,6-30,8)	25,09 ± 1,66 (24,5-25,8)	12,547	<b>0,000</b>	2,806
<b>Laktat (mmol/L)</b>	1,68 ± 0,89 (1,15-2,11)	1,83 ± 0,77 (1,36-2,22)	-0,625	0,539	-0,140
<b>Sodyum (mmol/L)*</b>	139,67 ± 1,18 (139,02-140,32)	139,33 ± 1,40 (138,56-140,11)	1,323	0,207	0,341
<b>Klor (mmol/L)*</b>	108,13 ± 1,60 (107,25-109,02)	110,13 ± 1,89 (109,09-111,18)	-5,123	<b>0,000</b>	-1,322

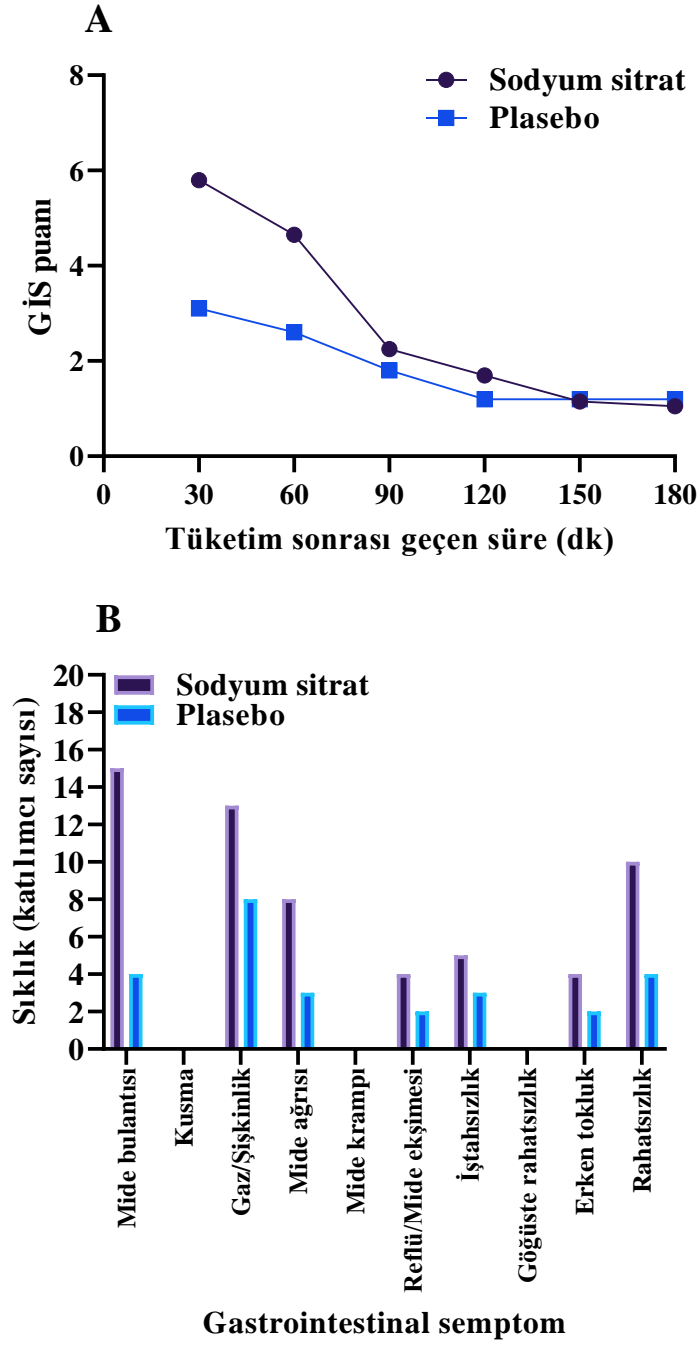
Değerler ortalama ± standart sapma (% 95 CI) olarak sunulmuştur. \*Sodyum ve klor değerleri sadece 15 katılımcının sonuçlarının ortalamasıdır.



**Şekil 4.1.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi bireysel ve ortalama kan pH (A) ve bikarbonat (B) düzeyine etkisi.

#### 4.4. Sodyum Sitrat Tüketiminin GİS Yanıtlarına Etkisi

Sodyum sitrat ve plasebo tüketimi sonrası 30., 60., 90., 120., 150. ve 180. dakikalarda kaydedilen GİS puanlarına ilişkin bulgular Tablo 4.5. ve Şekil 4.2.'de sunulmuştur. Tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları, SS tüketiminin PL'ye kıyasla GİS puanları üzerine etkisinin anlamlı olduğunu göstermiştir ( $F_{(1;19)}= 17,182$ ;  $p= 0,001$ ;  $\eta^2= 0,475$ ). PL'ye kıyasla SS tüketimi sonrası daha yüksek GİS puanları elde edilmiştir (Tablo 4.5., Şekil 4.2.). Ek olarak, zaman etkisinin ve takviye x zaman etkileşiminin de anlamlı olduğu görülmüştür (Sırasıyla,  $F_{(1.42;27.01)}= 8,195$ ;  $p= 0,004$ ;  $\eta^2= 0,301$  ve  $F_{(2.47;46.9)}= 6,404$ ;  $p= 0,002$ ;  $\eta^2= 0,252$ ) (Tablo 4.6.). Sodyum sitrat tüketimi sonrası PL'ye kıyasla yüksek kaydedilen GİS puanları hızla düşüş göstererek önce PL seviyesine, daha sonra PL'den daha düşük düzeye ulaşmıştır. Ancak, Bonferroni post hoc analiz sonuçları, GİS puanlarında ölçüm zamanları arasında anlamlı farklılık olmadığını göstermiştir ( $p>0,05$ ). Sodyum sitrat kullanımını takiben en sık görülen GİS'ler mide bulantısı, gaz/şişkinlik ve genel rahatsızlık, PL tüketimini takiben en sık görülen semptomlar ise gaz/şişkinlik, genel rahatsızlık ve mide bulantısıdır (Şekil 4.2.).



**Şekil 4.2.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin GIS puanları (A) ve GIS (B) üzerine etkisi.

**Tablo 4.5.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketimini takiben 30-180. dakikalar arasında kaydedilen GİS puanları.

	Tüketim sonrası geçen süre (dakika)					
	30.dk (Ort ± SS)	60.dk (Ort ± SS)	90.dk (Ort ± SS)	120.dk (Ort ± SS)	150.dk (Ort ± SS)	180.dk (Ort ± SS)
<b>Sodyum sitrat</b>	5,8 ± 6,9	4,7 ± 6,1	2,3 ± 3,8	1,7 ± 2,9	1,2 ± 2,3	1,1 ± 2,3
<b>Plasebo</b>	3,1 ± 7,1	2,6 ± 6,1	1,8 ± 3,7	1,2 ± 2,6	1,2 ± 2,5	1,2 ± 2,5

Ort ± SS: Ortalama ± Standart sapma

**Tablo 4.6.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketimini takiben 30-180. dakikalar arasında kaydedilen GİS puanlarına uygulanan 2x6 (takviye x ölçüm zamanı) tekrarlı ölçümlerde ANOVA Sonuçları.

GİS puanları	F	p	$\eta^2$
<b>Takviye</b>	17,182	<b>0,001</b>	0,475
<b>Ölçüm zamanı</b>	8,195	<b>0,004</b>	0,301
<b>Takviye x Ölçüm zamanı</b>	6,404	<b>0,002</b>	0,252

#### 4.5. Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansına Etkileri

Sodyum sitrat veya plasebo tüketimi sonrası gerçekleştirilen RAST koşularında elde edilen performans çıktıları Tablo 4.7.'de sunulmuştur. Veriler incelendiğinde, SS tüketimi PL'ye kıyasla toplam sprint süresi, en iyi sprint süresi, maksimum güç ve ortalama güç değerlerinde anlamlı değişime neden olmamıştır (sırasıyla;  $t_{(19)} = -0,484$ ;  $p = 0,634$ ; Cohen's  $d = -0,108$ ;  $t_{(19)} = 1,403$ ;  $p = 0,177$ ; Cohen's  $d = 0,314$ ;  $t_{(19)} = -1,465$ ;  $p = 0,159$ ; Cohen's  $d = -0,327$ ;  $t_{(19)} = -0,106$ ;  $p = 0,917$ ; Cohen's  $d = -0,024$ ). Diğer taraftan SS tüketimi, PL'ye kıyasla minimum güç, en kötü sprint süresi ve performans düşüş yüzdesinde anlamlı değişime neden olmuştur. Sodyum sitrat tüketimini takiben minimum güç PL'ye kıyasla daha yüksek ( $t_{(19)} = 2,459$ ;  $p = 0,024$ ; Cohen's  $d = 0,549$ ), en kötü sprint süresi ve performans düşüş yüzdesi ise daha düşük bulunmuştur (Sırasıyla;  $t_{(19)} = -2,511$ ;



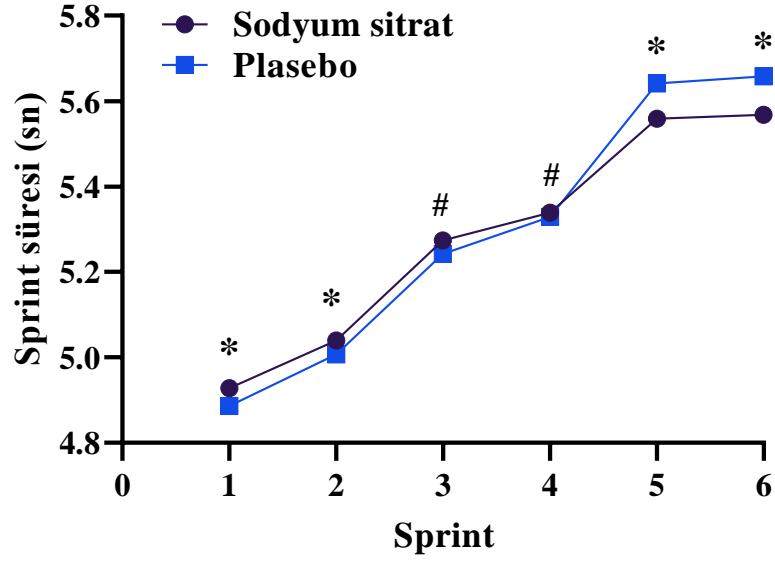
$p= 0,021$ ; Cohen's  $d= -0,561$ ;  $t_{(19)}= -2,476$ ;  $p= 0,023$ ; Cohen's  $d= -0,554$ ). En iyi sprint süreleri 1. ve 2. sprintlerde, en kötü sprint süreleri ise 5. ve 6. sprintlerde kaydedilmiştir. Sodyum sitrat tüketimi ile gelişim gözlenen en kötü sprint süresinde ise 0-10 metre, 10-25 metre ve 25-35 metre mesafelerinde kaydedilen sprint sürelerinde takviye kullanımına bağlı anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $F_{(1;19)}= 1,360$ ;  $p= 0,217$ ;  $\eta^2= 0,079$ ). Diğer taraftan, SS tüketimi PL'ye kıyasla RAST sırasındaki  $KAH_{maks}$  ve  $KAH_{ort}$  değerlerinde anlamlı değişikliğe neden olmamıştır ( $KAH_{maks}$ :  $t_{(16)}= -0,359$ ;  $p= 0,724$ ; Cohen's  $d= -0,087$ ,  $KAH_{ort}$ :  $t_{(16)}= -0,278$ ;  $p= 0,784$ ; Cohen's  $d= -0,068$ ).

**Tablo 4.7.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin tekrarlı sprint performans ve fizyolojik değişkenler üzerine etkisi (n=20).

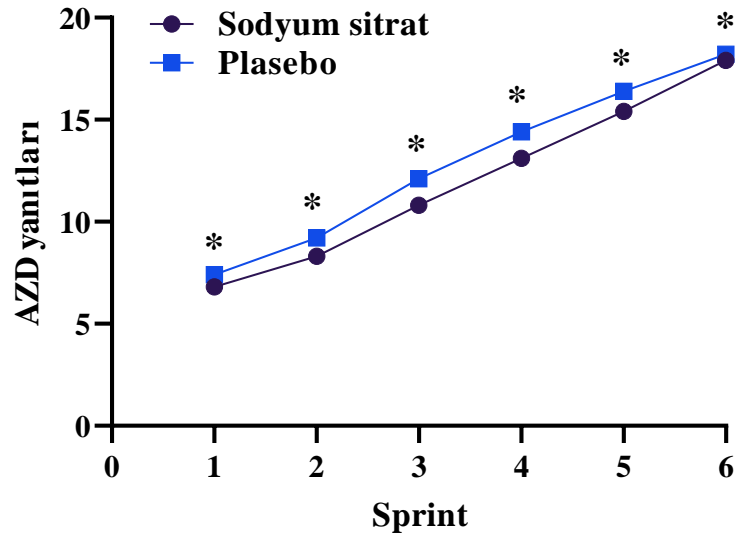
	<b>Sodyum sitrat</b>	<b>Plasebo</b>			<b>Cohen's</b>
	<b>Ort ± SS (%95 CI)</b>	<b>Ort ± SS (%95 CI)</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>d</b>
<b>Sprint süreleri (s)</b>					
<b>Toplam sprint süresi</b>	31,71 ± 1,39 (31,0-32,3)	31,76 ± 1,27 (31,1-32,3)	-0,484	0,634	-0,108
<b>En iyi sprint süresi</b>	4,92 ± 0,22 (4,81-5,02)	4,88 ± 0,21 (4,78-4,98)	1,403	0,177	0,314
<b>En kötü sprint süresi</b>	5,68 ± 0,30 (5,53-5,78)	5,75 ± 0,29 (5,61-5,88)	-2,511	<b>0,021</b>	-0,561
<b>Güç (W)</b>					
<b>Maksimum</b>	766,98 ± 102,28 (814,7-719,1)	787,19 ± 115,03 (733,3-841,0)	-1,465	0,159	-0,327
<b>Ortalama</b>	626,66 ± 82,84 (587,9-665,4)	627,44 ± 83,08 (588,6-666,3)	-0,106	0,917	-0,024
<b>Minimum</b>	504,41 ± 75,39 (469,1-539,6)	482,50 ± 73,33 (448,1-516,8)	2,459	<b>0,024</b>	0,549
<b>Kalp atım hızı (atım/dk)</b>					
<b>Dinlenik</b>	76,9 ± 6,2 (72,6-79,7)	75,7 ± 6,7 (72,4-82,6)	-0,477	0,640	-0,119
<b>Maksimum*</b>	188,9 ± 7,5 (185,1-192,8)	190,2 ± 17,7 (181,1-199,3)	-0,359	0,724	-0,087
<b>Ortalama*</b>	175,4 ± 9,9 (170,9-181,4)	176,4 ± 16,1 (174,5-184,8)	-0,278	0,784	-0,068
<b>Performans düşüş yüzdesi (%)</b>	7,49 ± 1,94 (6,5-8,4)	8,75 ± 2,55 (7,5-9,9)	-2,476	<b>0,023</b>	-0,554

Değerler ortalama ± standart sapma (%95 CI) olarak sunulmuştur. \*Maksimum ve ortalama kalp atım hızı değerleri sadece 17 katılımcının sonuçlarının ortalamasıdır.

Katılımcıların SS ve PL tüketimleri sonrası her bir sprint için sprint süreleri ve AZD yanıtları sırasıyla Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te gösterilmiştir. Tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları, SS tüketiminin sprint sürelerine anlamlı etkisinin olmadığını göstermiştir ( $F_{(1;19)} = 0,234$ ;  $p = 0,634$ ;  $\eta^2 = 0,012$ ). Tekrar sayısı arttıkça her iki koşulda da sprint sürelerinde artış kaydedilmiş ve tekrar etkisi anlamlı bulunmuştur ( $F_{(2.38;45,24)} = 133,285$ ;  $p = 0,000$ ;  $\eta^2 = 0,875$ ). Buna ek olarak, takviye x tekrar etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{(3.20;60.83)} = 2,729$ ;  $p = 0,048$ ;  $\eta^2 = 0,126$ ). Takviye x tekrar etkileşimindeki anlamlılık SS tüketimini takiben 4. sprinte kadar (1., 2. ve 3. sprintler) PL'ye kıyasla daha yüksek, 4. sprintten sonra (5. ve 6. sprintler) ise PL'ye kıyasla daha düşük sprint süreleri kaydedilmesi ile açıklanmaktadır (Şekil 4.3.). Bonferroni post hoc analiz sonuçları, 1., 2., 5. ve 6. sprint sürelerinin diğer tüm sprint sürelerinden anlamlı düzeyde farklı olduğunu ( $p < 0,001$ ), 3. ve 4. sprint sürelerinin ise benzer olduğunu göstermiştir ( $p > 0,05$ ). Buna göre, sprintler tekrarlandıkça sprintin tamamlanma süresi uzamıştır (1. sprint süresi < 2. sprint süresi < 3. sprint süresi = 4. sprint süresi < 5. sprint süresi < 6. sprint süresi). Tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları, SS tüketimini takiben kaydedilen AZD yanıtlarının PL'ye kıyasla daha düşük olduğunu göstermiştir ( $F_{(1;17)} = 13,782$ ;  $p = 0,002$ ;  $\eta^2 = 0,448$ ). Tekrar sayısı arttıkça her iki koşulda da AZD yanıtlarında artış kaydedilmiş ve tekrar etkisi anlamlı bulunmuştur ( $F_{(2.46;41.76)} = 262,651$ ;  $p = 0,000$ ;  $\eta^2 = 0,939$ ). Takviye x tekrar etkileşimi ise anlamlı bulunmamıştır ( $F_{(2.75;46.74)} = 1,942$ ;  $p = 0,096$ ;  $\eta^2 = 0,103$ ). Bonferroni post hoc analiz sonuçları, her bir sprintte ölçülen AZD puanının diğer tüm sprintlerde ölçülen AZD puanlarından farklı olduğunu göstermiştir ( $p < 0,001$ ). Buna göre, sprintler tekrarlandıkça AZD puanları da artmıştır.

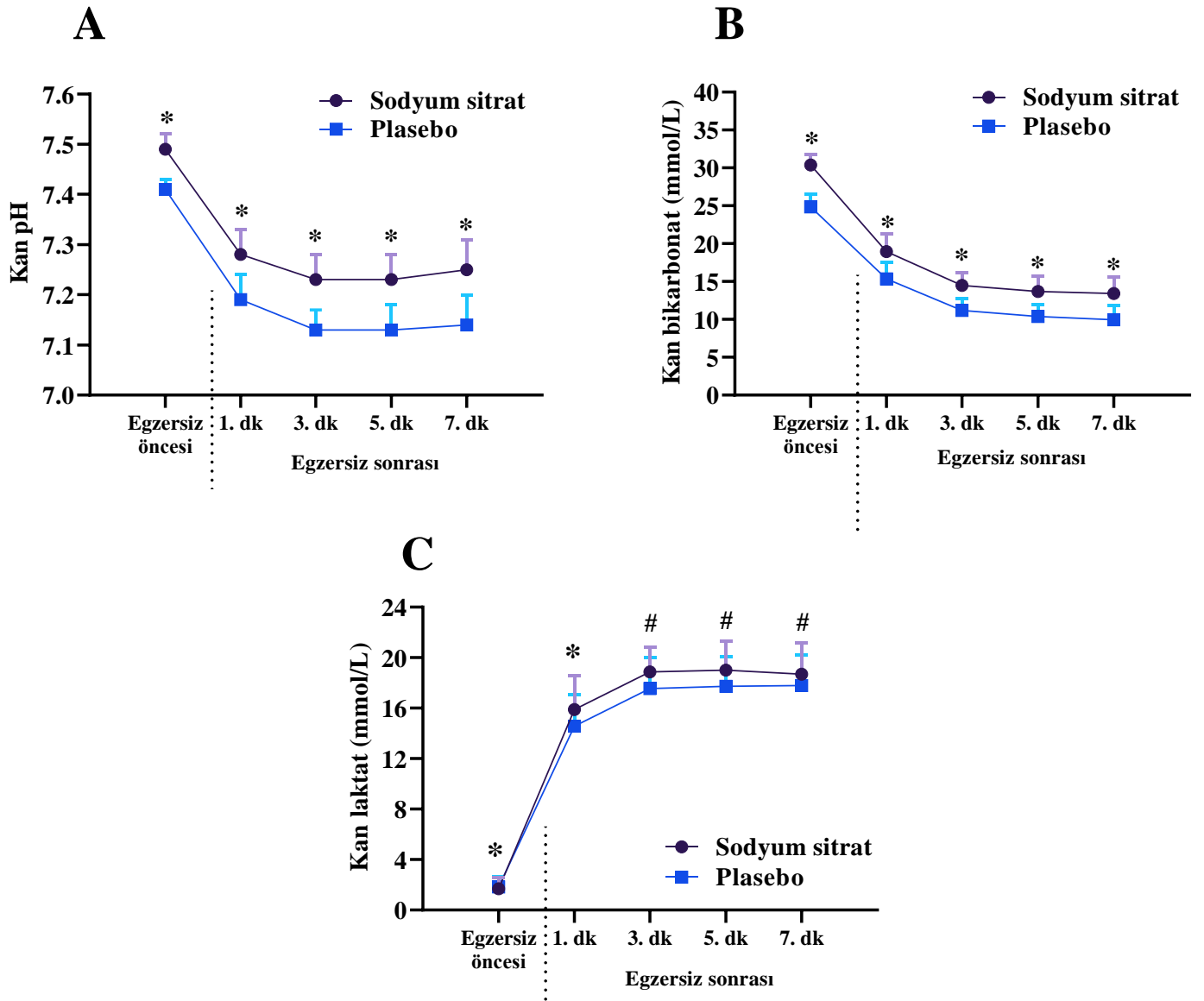


**Şekil 4.3.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin sprint sürelerine etkisi. \*Diğer tüm sprintlerden farklı. # 1., 2., 5. ve 6. sprintlerden farklı.



**Şekil 4.4.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin her sprint sonrası kaydedilen AZD yanıtlarına etkisi. \*Diğer tüm sprintlerdeki AZD'den farklı.

RAST öncesi dinlenik ve RAST sonrası 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda elde edilen kan pH, bikarbonat ve laktat sonuçları Tablo 4.8. ve Şekil 4.5.'te sunulmuştur. Tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları, SS tüketiminin PL'ye kıyasla egzersiz sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeyleri üzerine etkisinin anlamlı olduğunu göstermiştir (pH:  $F_{(1;18)}=150,593$ ;  $p=0,000$ ;  $\eta^2=0,893$ , Bikarbonat:  $F_{(1;18)}=157,793$ ;  $p=0,000$ ;  $\eta^2=0,898$ , Laktat:  $F_{(1;18)}=5,799$ ;  $p=0,027$ ;  $\eta^2=0,244$ ). Sodyum sitrat tüketimini takiben, RAST öncesi dinlenik kan pH ve bikarbonat konsantrasyonlarının yanı sıra RAST sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat konsantrasyonları da PL'ye kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.5.). Ek olarak, kan pH ve bikarbonat düzeylerinde zaman etkisinin ve takviye x zaman etkileşiminin, kan laktat düzeylerinde ise zaman etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür (Zaman: pH:  $F_{(1.71;30.84)}=528,591$ ;  $p=0,000$ ;  $\eta^2=0,967$ , Bikarbonat:  $F_{(2.15;38.72)}=962,115$ ;  $p=0,000$ ;  $\eta^2=0,982$ , Laktat:  $F_{(2.04;36.71)}=737,053$ ;  $p=0,000$ ;  $\eta^2=0,976$ ; Takviye x zaman: pH:  $F_{(2.73;49.20)}=3,191$ ;  $p=0,036$ ;  $\eta^2=0,151$ , Bikarbonat:  $F_{(2.33;42.0)}=7,157$ ;  $p=0,001$ ;  $\eta^2=0,284$ , Laktat:  $F_{(2.38;42.80)}=2,822$ ;  $p=0,062$ ;  $\eta^2=0,136$ ) (Tablo 4.9.). Bonferroni post hoc analiz sonuçları, her zaman noktasında ölçülen kan pH ve bikarbonat düzeylerinin birbirinden farklı olduğunu göstermiştir ( $p<0,001$ ). Buna göre, egzersiz sonrası kan pH'ı 5. dakikaya kadar bir önceki değere göre düşüş göstermiş, 5. dakikadan sonra ise artış eğilimi göstermiştir. Bikarbonat düzeyleri ise her zaman noktasında bir önceki zaman noktasına göre düşüş göstermiştir. Kan laktat düzeylerinin egzersiz sonrası arttığı ve toparlanmanın 3. dakikasında zirve değerine ulaşarak sonraki ölçüm zamanlarında aynı düzeyde sabit kaldığı görülmüştür ( $p<0,001$ ).



**Şekil 4.5.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası 1., 3., 5. ve 7. dakikalardaki kan biyokimyasal parametrelerine etkisi. A) pH. B) Bikarbonat, C) Laktat, \*Diğer tüm zamanlardan farklı, #Egzersiz öncesi ve 1. dakikadan farklı.

**Tablo 4.8.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketiminin egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeylerine etkisi (n=19).

	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası			
		1.dk (Ort ± SS)	3.dk (Ort ± SS)	5.dk (Ort ± SS)	7.dk (Ort ± SS)
<b>pH</b>					
Sodyum sitrat	7,49±0,03	7,27 ± 0,05	7,22 ± 0,05	7,23 ± 0,05	7,25 ± 0,06
Plasebo	7,41±0,02	7,18 ± 0,05	7,13 ± 0,04	7,13 ± 0,05	7,14 ± 0,06
<b>Bikarbonat (mmol/L)</b>					
Sodyum sitrat	30,45±1,42	18,96 ± 2,29	14,49 ± 1,72	13,68 ± 2,08	13,40 ± 2,19
Plasebo	25,09±1,66	15,34 ±2,17	11,17 ± 1,53	10,39 ± 1,60	9,96 ± 1,89
<b>Laktat (mmol/L)</b>					
Sodyum sitrat	1,68±0,89	15,89 ± 2,69	18,88 ± 1,95	19,00 ± 2,31	18,68 ± 2,46
Plasebo	1,83±0,77	14,57 ± 2,50	17,56 ± 2,46	17,73 ± 2,33	17,78 ± 2,42

Ort ± SS: Ortalama ± Standart sapma

**Tablo 4.9.** Sodyum sitrat ve plasebo tüketimini takiben egzersiz öncesi dinlenik ve egzersiz sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat düzeylerine uygulanan 2x5 (takviye x ölçüm zamanı) tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları.

Kan parametreleri	F	p	$\eta^2$
<b>pH</b>			
Takviye	150,593	<b>0,000</b>	0,893
Ölçüm zamanı	528,591	<b>0,000</b>	0,967
Takviye x Ölçüm zamanı	3,191	<b>0,036</b>	0,151
<b>Bikarbonat (mmol/L)</b>			
Takviye	157,793	<b>0,000</b>	0,898
Ölçüm zamanı	962,115	<b>0,000</b>	0,982
Takviye x Ölçüm zamanı	7,157	<b>0,001</b>	0,284
<b>Laktat (mmol/L)</b>			
Takviye	5,799	<b>0,027</b>	0,244
Ölçüm zamanı	737,053	<b>0,000</b>	0,976
Takviye x Ölçüm zamanı	2,822	0,062	0,136

## 5. TARTIŞMA

Akut SS tüketiminin tekrarlı sprint performansı üzerine etkisini incelemek amacıyla randomize, çift-kör ve çapraz tasarımla gerçekleştirilen bu çalışma, SS'nin saha bazlı tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini inceleyen ilk çalışmadır. Araştırma protokolünde, 0,5 g/kg SS 750 ml aromalı su içerisinde çözünmüş olarak 30 dakika içerisinde tüketilmiş ve takiben 180-210. dakikalar arasında RAST koşusu (6x35 metre, 10 saniye toparlanma) gerçekleştirilmiştir. Beklendiği üzere, SS tüketimi egzersiz öncesi kan pH ve bikarbonat değerlerini artırmıştır ( $p < 0,001$ , Tablo 4.4.). Sodyum sitrat tüketimi RAST sırasında daha düşük en kötü sprint süresine, daha yüksek minimum güç çıktısına, daha düşük performans düşüş yüzdesine ve daha düşük AZD yanıtlarına neden olmuştur ( $p < 0,05$ , Tablo 4.7., Şekil 4.4.). Ancak maksimum ve ortalama güç değerlerinde ya da en iyi sprint süresi ve toplam sprint süresinde deşik gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ , Tablo 4.7.). Sodyum sitrat tüketimi, RAST sonrası kan pH, bikarbonat ve laktat değerlerinin daha yüksek seyretmesine yol açmıştır ( $p < 0,05$ , Tablo 4.8.).

Sodyum sitrat tüketiminin egzersiz performansı üzerine etkilerini araştıran çalışmalardan sadece birkaçı performans gelişimi bildirilirken (25-27) çoğu performansta artış gözlemlenmemiştir (28-37). Bu durumun; kullanılan doz, tüketim süresi, tüketimden egzersize kadar geçen süre, GİS, egzersizin süresi ve şiddeti gibi birçok etken ve bu etkenler arasındaki etkileşimden kaynaklanmış olabileceği ifade edilmiştir (38-40, 103). Bu bölümde, öncelikle SS takviye protokolünün dinlenik kan pH ve bikarbonat değerleri ve GİS üzerine etkileri daha sonra ise bu tez çalışmasının ana hipotezi olan SS'nin tekrarlı sprint performansına etkisi yukarıda bahsedilen etkenler kapsamında tartışılmıştır.

### 5.1. Sodyum Sitrat Tüketim Protokolünün Etkinliği

Bu çalışmada kullanılan SS takviye protokolü doz, tüketim süresi ve takviye alımı ile egzersiz testi arasında geçen süre literatürdeki öneriler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu çerçevede, kan alkalozunun sağlanmasında optimal doz olarak kabul edilen 0,5 g/kg SS kullanılmıştır (25). Sodyum sitratın tüketim süresi ise 30 dakika olarak belirlenmiştir. Bu sürenin belirlenmesinde, SS'nin 60 dakikadan daha kısa süre



içerisinde tüketilmesinin daha yüksek kan alkalozuna yol açtığını ortaya koyan çalışma dikkate alınmıştır (38). Tüketimden egzersize kadar geçen süre ise en az 180 dakika olarak alınmıştır. Bu sürenin belirlenmesinde akut SS tüketimi sonrası en düşük GİS ile birlikte zirve kan alkalozuna ulaşılması için tüketimden egzersize kadar geçen sürenin en az 180 dakika olması gerektiğini ortaya koyan çalışmalar dikkate alınmıştır (40, 103).

Sodyum sitrat tüketimi, PL'ye kıyasla egzersiz öncesi dinlenik kan bikarbonat ve pH değerlerini artırmıştır (Tablo 4.4.). Bireysel yanıtlar incelendiğinde, dinlenik kan bikarbonat ve pH değerlerindeki artış sırasıyla 5,4 (2,0-8,9) mmol/L ve 0,08 (0,02-0,13) olarak gözlenmiş ve bu artışlar literatürdeki sonuçlarla uyumlu bulunmuştur (26-28, 33, 36, 40, 100). Örneğin, Urwin ve arkadaşlarının (40) 0,5 g/kg SS tüketiminin zamana bağlı olarak kan bikarbonat ve pH düzeylerine etkisinin incelendiği çalışmada 180-215. dakikalar arasında zirve kan alkalozuna ulaşıldığı ve kan bikarbonat ve pH'ındaki artışın sırasıyla ortalama 5,5 mmol/L ( $p<0,001$ ) ve 0,06 ( $p<0,001$ ) olduğu rapor edilmiştir. Buna ek olarak, tüketilen dozdan bağımsız olarak tamponlayıcı ajan tüketimini takiben ergojenik fayda gözlemlene olasığının artabilmesi için kanda 5-6 mmol/L'lik bikarbonat artışı olması gerektiği düşünülmektedir (98, 99, 130). Bu kapsamda, çalışmamızda SS tüketimi sonrası PL'ye kıyasla kan bikarbonatındaki artış aynı doz kullanılarak yapılan çalışmalar (3,6-10,0 mmol/L) ile uyumlu olmasına karşın (26-28, 33, 36, 40, 100) bazı katılımcılarda (8 katılımcı) SS tüketimini takiben kanda 5-6 mmol/L'den daha az bikarbonat artışı gözlenmiştir. Ancak bu katılımcıların, SS tüketimini takiben egzersiz öncesi dinlenik kan bikarbonat değerleri ( $29,3\pm 1,2$  mmol/L) literatür ile uyumludur ( $\sim 29,3$  mmol/L). Bahsedilen bu katılımcıların PL tüketimini takiben egzersiz öncesi dinlenik kan bikarbonat değerlerinin ( $26,4\pm 1,5$  mmol/L) literatüre kıyasla ( $\sim 22,0$  mmol/L) yüksek olması, tüketim sonrası kan bikarbonat düzeylerinde 5-6 mmol/L artış gözlenmemesinin nedeni olabilir. Diğer bir etken ise takviyeye verilen bireysel yanıtlardaki farklılıklardan sebebiyle, tüketimden egzersiz kadar geçen sürenin bazı katılımcılar için fazla uzun bazıları için ise fazla kısa olması olabilir.

Bu çalışmada, araştırma protokolü gereği takviye alımından egzersize kadar geçen sürenin en az 180 dakika olması gerektiğinden egzersiz öncesi kan örnekleri,

tüketimden sonraki 165-195. dakikalar arasında alınmıştır (40, 103). Ancak, SB (101, 102) ve SS (40) ile yapılan doz-cevap çalışmalarında tek tip bir takviye zaman aralığının bütün katılımcılar için optimal olma ihtimalinin düşük olduğu ve bireysel yanıtlardaki farklılığın performansı doğrudan etkileyebileceği, bu sebeple kan bikarbonatının zirveye ulaşma süresinin bireysel olarak belirlenmesinin büyük önem taşıdığı bildirilmiştir. Örneğin, Miller ve arkadaşlarının (104) aktif erkek katılımcılarda yaptığı çalışmasında 0,3 g/kg SB'nin, kan bikarbonat düzeyindeki artışlarda bireysel yanıtlar göz önünde bulundurularak, her katılımcının en yüksek bikarbonat seviyesine ulaştığı zaman aralığında tekrarlı sprint performansı incelenmiş ve performans gelişimi kaydedilmiştir. Çalışmada en yüksek kan bikarbonat düzeylerinin görüldüğü zaman aralığı ise 10-90. dakikalar olarak kaydedilmiştir. Ayrıca kan bikarbonat düzeylerinde önerilen bu artışın egzersiz performansını ne ölçüde etkilediği konusu hala belirsizliğini korumaktadır. Örneğin, 0,5 g/kg SS tüketimi sonrası önerilen kan bikarbonat artışına ulaşan dört çalışma bulunurken (25, 27, 33, 36), bu çalışmaların sadece ikisinde (25, 27) performans gelişimi rapor edilmiştir.

Bu çalışmada SS tüketiminden 165-195 dakika sonra kan sodyum düzeyleri PL'ye göre farklılık göstermezken kan klor düzeyleri daha düşük bulunmuştur (Tablo 4.4.). Araştırmacılar kan alkalozu ile birlikte artan kan sodyum düzeylerinin iskelet kasındaki  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  taşıyıcı protein aktivitesini uyararak aktif kastan  $\text{H}^+$  çıkışını artırabileceğini varsaymaktadırlar (153). Ancak, PL grubunda NaCl kullanılmasının, kan sodyum düzeylerinde uygulamalar arasındaki farklılığı ortadan kaldıracak şekilde düşünülmektedir (10). Örneğin, Stephens ve arkadaşlarının (153) yaptığı çalışmada, kan sodyum düzeyleri sadece SB tüketimiyle artmıştır ve bu durum PL olarak kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) kullanılması ile açıklanmıştır. Ayrıca, Bishop ve arkadaşlarının (10) yaptığı çalışmada kan sodyum düzeyleri ölçülmemesine rağmen eşmolar SB (0,3 g/kg) ve NaCl (0,207 g/kg) kullanılmasının kan sodyum düzeylerinde uygulamalar arasında fark olmasını muhtemelen engelleyebileceği bildirilmiştir. Bunun aksine, Flueck ve arkadaşları (28) solüsyon formunda SS (0,5 g/kg) ve PL (0,04 g/kg NaCl) tüketiminden 90 dakika sonra, tüketim öncesi değerlere kıyasla kan sodyum düzeylerinde artış (2 mmol/L) olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda kan sodyum düzeyleri arasında fark görülmemesi ve kan klor düzeylerinin SS tüketimi

sonrası daha düşük gözlenmesinin bireysel su ve tuz tüketimindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, Flueck ve arkadaşları (28) kan bikarbonat (3,6 mmol/L) ve kan sodyum düzeylerinde (2 mmol/L) artış gerçekleşmesine rağmen egzersiz performansında gelişim kaydetmemişlerdir. Literatürde, akut SS tüketimini takiben kan sodyum düzeylerinin değerlendirildiği sınırlı çalışma (28, 36, 137) bulunmakla birlikte bu çalışmalarda tüketimden egzersize kadar geçen sürenin, seçilen egzersiz protokolünün ve kullanılan PL'nin miktar ve tür olarak farklı olması akut SS tüketiminin kan sodyum düzeylerine ve performans üzerine etkilerini karşılaştırmayı zorlaştırmaktadır. Nitekim, artan kan sodyum düzeylerinin plazma hacminde artışa neden olarak aktif iskelet kasının perfüzyonunu arttırabileceği ya da performansı olumsuz etkileyebilecek vücut sıcaklığındaki artışı erteleyebileceği düşünülmektedir (154, 155). Bu kapsamda, SS tüketimi sonrası kandaki sodyum artışının egzersiz performansı ile ilişkisini anlayabilmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## 5.2. Sodyum Sitratın Gastrointestinal Semptomlara Etkisi

Çalışmamızda, takviye alımı sonrası 6 zaman noktasında kaydedilen GİS puanları literatürle uyumlu olarak, SS tüketimini takiben PL'ye kıyasla daha yüksek gözlenmiştir. Likert ölçeğinde elde edilen GİS puanı (ortalama puan 16.7, en yüksek puan 240) literatüre kıyasla (5.2 puan, en yüksek puan 360) (103) daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, SS tüketimini takiben anlamlı ölçüde artan GİS puanlarının, 30-90. dakikalar arasında SS tüketimi ile daha yüksek düzeyde seyrettiği, 90. dakikada PL'ye benzer düzeye, 150. dakikada PL ile eşit düzeye ve 180. dakikada da PL'den daha düşük düzeye ulaştığı görülmektedir. Yapılan bir çalışmada ise (40) SS tüketimi sonrası GİS şiddetinin tüketimden sonraki 65-90 dakika arasında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Bu kapsamda, çalışmamızda GİS'in literatüre kıyasla daha erken ve daha şiddetli görülmesinin sebebi, sıvı hacminin literatürde önerilen 800 ml'den fazla (1150 ml (2x200 ml standart kahvaltı öğünü + 750 ml SS/PL)) (126) ve kahvaltı öğünü CHO içeriğinin önerilen 1,5-1,75 g/kg CHO'tan daha düşük (~1 g/kg CHO) (125) olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Plasebo tüketimi sonrası da kayda değer düzeyde GİS görülmesi, GİS puanlarının yüksek oluşunda sıvı hacminin etkili olmuş olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, zaman etkisi anlamlı

bulunurken ikili karşılaştırmalarda GİS puanları arasında anlamlı fark olmaması dikkat çekmektedir. Bu durumun, sodyum sitrat tüketime bağlı olarak gözlenen GİS yanıtlarındaki bireysel farklılıkların oldukça yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bunlara ek olarak, her ne kadar SS tüketimi SB'ye kıyasla çok daha düşük GİS ile ilişkili bulunsa da gözlenen bu semptomların egzersiz performansını sınırlayabileceği (156) ve bu semptomların azaltılmasının egzersiz performansını olumlu etkileyebileceği düşünülmektedir (157). Örneğin, yapılan bir çalışmada (29) egzersizden 90 dakika önce 0,5 g/kg SS tüketimi sonrası aralıklı sprint performansında gelişim gözlenmemesinin en büyük sebebinin, tüketime bağlı olarak görülen GİS olduğu belirtilmiştir. Sodyum sitrat tüketimi sonrası en yüksek GİS görülen zaman aralığı 65-95 dakikalar olduğunu bildiren çalışmanın (40) ışığında yukarıda bahsedilen çalışmada, testin en yüksek GİS'in görüldüğü zamanda yapıldığı dikkat çekmektedir. Buna ek olarak, sözkonusu çalışmada (29) SS 500 ml düşük enerjili aromalı su içerisinde tükettilmesine rağmen su tüketiminde sınırlama yapılmamıştır. Bunun aksine, McNaughton (25) 0,5 g/kg SS'nin egzersizden 90 dakika önce tüketilmesi sonucunda, GİS değerlendirme yöntemi belirsiz olmakla birlikte, GİS görülmediğini belirtmiştir. Çalışmada (25) SS'nin 400 ml düşük enerjili aromalı su içerisinde tüketildiği dikkat çekmektedir. Bu kapsamda sıvı hacminin azaltılması ve öğünün CHO içeriğinin artırılması GİS semptomlarının azaltılmasında etkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak, birçok çalışmada GİS değerlendirme yönteminin belirsiz olması (25) ve/veya GİS'in değerlendirilmemesi (27, 29, 33, 35, 96) bu konuda kesin bir yorum yapabilmek için daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. En sık görülen semptomlar ise sırasıyla mide bulantısı, rahatsızlık ve gaz/şişkinlik olup literatürle benzerlik göstermektedir (38, 40, 103).

### **5.3. Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi**

Bu çalışmada, egzersizden önce SS tüketimini takiben PL'ye kıyasla daha yüksek minimum güç çıktısı ve daha düşük en kötü sprint süresi, performans düşüş yüzdesi ve AZD yanıtları elde edilmiştir. Öte yandan, çalışmamızda toplam sprint

süresi, en iyi sprint süresi, maksimum ve ortalama güç değerlerinde uygulamalar arası anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Sodyum sitrat tüketiminin doğrudan tekrarlı sprint performansına etkisinin incelendiği bir çalışma bulunmamakla birlikte elde ettiğimiz bu sonuçlar SB tüketimi ile tekrarlı sprint performansında gelişim bildiren çalışmaların sonuçları ile uyumludur (10, 141). Örneğin, çalışmamızda en iyi sprint süreleri çoğunlukla 1. ve 2. sprintlerde kaydedilirken buna bağlı olarak en iyi sprint süresi ve maksimum güç çıktısında SS tüketimi ile gelişme gözlenmemiştir ( $p>0,05$ , Tablo 4.7.). Bunun aksine, minimum güç ve 5. ve 6. sprintlerde kaydedilen en kötü sprint sürelerinde gelişim gözlenmiştir ( $p<0,05$ , Tablo 4.7.). Benzer şekilde, Bishop ve arkadaşlarının (10) rekreasyonel olarak aktif kadın takım sporcuları ile 0,3 g/kg SB tüketiminin 5x6 s ve 30 s toparlanma aralıklı maksimal bisiklet egzersizine etkilerinin incelendiği çalışmada 1. ve 2. sprintlerde performans gelişimi gözlenmezken 3., 4. ve 5. sprintlerde PL'ye kıyasla daha yüksek maksimum güç çıktısı kaydedilmiştir. Bu durum tamponlayıcı ajanların çok kısa süreli egzersizlerin önemli miktarda  $H^+$  birikimine neden olmak için yetersiz süreye sahip olması nedeniyle etki göstermemesi ile açıklanmaktadır (88, 99). McNaughton ve Cedaro'nun (41) yaptığı çalışmada SS (0,5 g/kg) tüketiminin 10 saniyeden daha kısa süren egzersiz protokollerinde etkili olmadığı gösterilmesi bu sonucu desteklemektedir. Cunha ve arkadaşlarının genç erkek tenis oyuncularında SS tüketiminin tenis performansına etkilerini inceledikleri çalışmada; testten 2 saat önce 0,5 g/kg SS tüketimi PL'ye kıyasla kan pH (+0,05) ve bikarbonatında (+4 mmol/L) anlamlı artışlara neden olurken tekrarlı sprint performansında (10x22 m, 15 s toparlanma) gelişim gözlenmemiştir. Performans parametresi olarak sprint sürelerinin değerlendirildiği bu çalışmada (100) sprint performansında gelişim gözlenmemesi sprint sürelerinin 10 saniyeden kısa olmasıyla açıklanmıştır. Ancak çalışmamız ve yukarıda bahsedilen SB çalışmaları göz önüne alındığında SS'nin ilk sprintlerde etki göstermezken ilerleyen sprintlerde yeterli  $H^+$  birikimine bağlı olarak performans gelişimine neden olması beklenmektedir. Cunha ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (100) en iyi ve en kötü sprint süresi, maksimum, minimum ve ortalama güç verilerinin hesaplanmamış olması tekrarlı sprint performansı sonuçlarını tam olarak değerlendirmeyi sınırlamaktadır. Bunlara ek olarak, çalışmamızda SS tüketimi sonrası performans düşüş yüzdesi ve AZD yanıtları PL'ye kıyasla anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ( $p<0,05$ , Tablo 4.7., Şekil 4.4.).

Benzer şekilde, Cunha ve arkadaşlarının (100) SS tüketiminin tekrarlı sprint performansına etkilerinin incelendiği çalışmada SS tüketimi ile performans düşüş yüzdesi %0,1, PL tüketimi ile %4,8 olarak kaydedilmiştir. Sonuç olarak çalışmamızda, SS tüketimi sonrası PL'ye kıyasla, performans düşüş yüzdesinin ve algılanan zorluk derecesinin daha düşük olması, en kötü sprint süresinin daha kısa ve minimum güç çıktısının ise daha yüksek olması katılımcıların başlangıç performanslarını daha iyi koruyabildiklerini göstermektedir. Bu durum, yorgunluğun geciktirilmesi yoluyla tekrarlanan sprint performansında gelişme sağlanabileceğine işaret etmektedir.

Bu çalışma SS tüketiminin optimal tüketim protokolü kapsamında tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini inceleyen ilk çalışma olmakla birlikte SS (0,5 g/kg) tüketiminin farklı kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz protokollerinde performans üzerine etkilerini araştıran çalışmalar mevcuttur (25-29, 100, 109). Bu çalışmalar arasında performans gelişimi gözlenenlerde uygulanan egzersiz protokolü kısa süreli yüksek şiddetli olup egzersiz türü olarak bisiklet ergometresinin seçilmiş olduğu dikkat çekmektedir (25-27). Ancak, performans çıktılarının doğru değerlendirilebilmesi için egzersiz protokollerinin ve egzersiz türünün spora özgü seçilmesi önerilmektedir (takım sporları için saha bazlı testler vb.) (2). Buna ek olarak, takım sporlarında yapılan zaman-hareket analizi çalışmaları sonuçlarında, kullanılan test protokolünde sprint süresinin 6 saniyeden kısa, sprint sayısının 6-7 tekrar ve toparlanma süresinin 60 saniyeden kısa olmasının takım sporlarının doğasına daha uygun olduğu belirtilmektedir (2). Örneğin, Cox ve arkadaşlarının (29) orta düzey antrene erkek katılımcılar ile SS (0,5 g/kg) tüketiminin 5x60 s, 5 dakika dinlenme aralıklarından oluşan aralıklı maksimal bisiklet egzersizine etkileri incelenmiştir. Aralıklı sprint performansında uygulamalar arasında fark bulunmazken bunun en önemli sebebinin tüketimi takiben görülen GİS olduğu belirtilmiştir. Ancak, egzersiz periyotları arasındaki toparlanma sürelerinin uzun olmasının; PCr yeniden sentezinin gerçekleşmesine, miyogloblin doygunluğunun sağlanmasına ve buna bağlı olarak egzersizin glikolitik enerji talebinin azalmasına neden olduğu bilinmektedir (29, 32, 142, 143). Bu durumun SS gibi tamponlayıcı ajanların ergojenik etkilerini gösterebilmesi için sınırlayıcı bir faktör olabileceği belirtilmektedir (32). Bu kapsamda Cox ve arkadaşlarının (29) çalışma protokolü daha detaylı incelendiğinde sprintler arasındaki toparlanma süresinin SS'nin etki göstermesini sınırlayacak düzeyde uzun

olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Van Someren ve arkadaşlarının (32) 0,3 g/kg SS tüketiminin 2x45 s, 5 dakika toparlanma aralıkları ile bölünmüş maksimal bisiklet egzersizine etkilerinin incelendiği çalışmada performans gelişimi gözlenmemiştir. Söz konusu çalışmada (32) performansta artış gerçekleşmemesinin sebeplerinden birinin, PCr yeniden sentezinin ve miyogloblin saturasyonunun toparlanma periyodunda tamamlanmış olmasına bağlı olarak egzersizin glikolitik enerji talebinin azalmış olması olabileceği rapor edilmiştir. Optimal SS dozu (0,5 g/kg) kullanılmasına karşın performans gelişimi gözlenmeyen diğer çalışmalarda performans gelişimi gözlenmemesinin nedenleri egzersiz şiddetinin yeterince yüksek olmaması (2000 metre kürek çekme) (109), katılımcıların adolesan (14,9±0,4 yaş) olmasına bağlı olarak anaerobik glikoliz yoluyla enerji üretiminin yetişkinlere göre daha düşük olması (200 metre yüzme) (33) ve SS sonrası görülen GİS ve artan kas içi sitrat aktivitesinin PFK enzim inhibisyonuna neden olması (1500 metre tekerlekli sandalye ergometresi) (28) ile açıklanmaktadır. Literatürde SS'nin tüketimini takiben artan kas içi sitrat konsantrasyonlarının, PFK enzimini inhibe ederek ATP oluşumunda azalmaya neden olması, performans sonuçlarındaki tutarsızlığın bir sebebi olarak tartışılmaktadır (158). Ancak Peters ve arkadaşları (159) tarafından yapılan bir araştırma, artan in vitro iskelet kası sitrat konsantrasyonunun, fizyolojik koşullarda iskelet kası fosfofruktokinaz aktivitesini önemli ölçüde etkilemediğini ve bu nedenle egzersiz performansını olumsuz etkilemesinin muhtemel olmadığını bildirmiştir. Sodyum sitrat tüketimini takiben kas içi sitrat konsantrasyonlarını ölçen tek çalışmada ise (26), SS tüketiminin kas içi sitrat konsantrasyonunu artırmasına karşın, çok yüksek şiddetli sprint performansında da artış gözlenmiş olması Peters ve arkadaşlarının görüşünü desteklemektedir. Ayrıca, artan kan alkalozunun kastan H<sup>+</sup> ve laktat salınım hızını artırarak kas pH'ındaki düşüşü ve dolayısıyla glikojen kullanımına aracılık eden PFK üzerindeki inhibitör etkilerini geciktirebildiği ve böylece daha büyük bir laktat oluşumuna izin verdiği bilinmektedir (122). Sutton ve arkadaşlarının çalışmasında (71) kan alkalozu durumunda maksimal egzersiz sırasındaki tüm glikolitik ara ürünlerde bir artış olması, asidoz durumunda ise aynı egzersizde glikojen 6-fosfat (G6P) ve fruktoz 6-fosfat konsantrasyonlarında artışla birlikte fruktoz 1,6-bifosfattan fosfoenolpiruvata (PEP) kadar bütün ara ürünlerde azalma gözlemlenmesi de bu yargıyı desteklemektedir.

#### **5.4. Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Testi Sonrası Kan pH, Bikarbonat ve Laktat Düzeylerine Etkisi**

Sodyum sitrat tüketimi PL'ye kıyasla RAST sonrası 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda kan pH'ının ortalama %2, kan bikarbonatının %23 ve kan laktatının %7 daha yüksek seyretmesine yol açmıştır (Tablo 4.8.). Sodyum sitratın 0,5 g/kg dozda tüketimi sonrası doğrudan tekrarlı sprint performansına etkilerinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, farklı kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz protokollerinde, egzersiz sonrası kan parametrelerine etkisini inceleyen çalışmaların sonuçları bu tez çalışmasının bulguları ile paralellik göstermektedir (25, 29, 33, 109). Örneğin, Cox ve arkadaşlarının (29) orta düzey antrene erkek katılımcılarda SS tüketiminin aralıklı sprint performansına (5x60 s, 5 dk toparlanma aralıklı) etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, egzersiz sonrası kan pH'ı PL'ye kıyasla yaklaşık %1 ( $p<0,01$ ), kan bikarbonatı %12 ( $p<0,05$ ) ve kan laktatı %15 ( $p<0,01$ ) daha yüksek seyretmiştir. McNaughton'ın (25) yaptığı çalışmada ise fiziksel olarak aktif erkek katılımcılarda SS tüketiminin 60 s maksimal bisiklet egzersizine etkileri incelenmiş ve egzersiz sonrası kan laktat düzeyleri PL'ye kıyasla yaklaşık %36 ( $p<0,01$ ) daha yüksek kaydedilmiştir. Bunun yanında Bishop ve arkadaşlarının (10) rekreasyonel olarak aktif kadın takım sporcuları ile SB (0,3 g/kg) tüketimini takiben tekrarlı sprint performansını (5x6 s, 30 s toparlanma aralıklı) incelediği çalışmasında ise egzersiz sonrası kan laktat düzeyleri PL'ye kıyasla SB tüketimi ile yaklaşık %28 ( $p<0,05$ ) ve kan bikarbonat düzeyleri %21 ( $p<0,05$ ) daha yüksek seyretmiştir. Bu durum önceki çalışmalar ile uyumlu olarak (10, 25, 33, 80) artan kan alkalozu ve MCT protein aktivitesi ile birlikte aktif kastan kana daha çok laktat geçişiyle açıklanmaktadır. Buna bağlı olarak egzersize bağlı oluşan kas asidozu azaltılırken bu durumun yorgunluğun geciktirilerek anaerobik iş yapma kapasitesini arttırdığı düşünülmektedir.

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde; egzersizden en az 180 dakika önce SS tüketiminin kan alkalozunda artışa neden olduğu ve bu artışın yorgunluğun geciktirilmesine katkı sağlayarak ilerleyen sprintlerde performans gelişimine katkı sağladığı görülmektedir. Öte yandan, en kötü sprint süresi, minimum güç ve performans düşüş yüzdelerinde SS tüketimini takiben performans gelişimi gözlene de toplam sprint süresi ve ortalama güç değerlerinde gelişim kaydedilememiştir. Ancak,



tekrarlı sprint performansının değerlendirilmesinde performans düşüş yüzdesi ve iş/toplam sprint süresi gibi değişkenlerin birlikte değerlendirilmesinin daha güvenilir olacağı bilinmektedir (160). Çalışmamızda toplam sprint süresi ve ortalama güç değerlerinde SS tüketimi ile gelişim gözlenmemesinin sebebinin SS tüketimi sonrası ilk sprintlerde PL'ye kıyasla daha yüksek sprint süreleri, ilerleyen sprintlerde ise daha düşük sprint süreleri kaydedilmesi ile açıklanmaktadır (Şekil 4.3.). Bunun nedeninin tamponlayıcı ajan olarak görev yapan SS'nin, ilerleyen sprintlerinde ise H<sup>+</sup> ve laktat birikiminin gerçekleşmesiyle, etki gösterebilmesi için uygun ortam sağlanmasına bağlı olarak daha düşük sprint sürelerine neden olması olduğu düşünülmektedir. Bunlara ek olarak, SS tüketimi gerek GİS yanıtları gerek de kan alkalozunun düzeyi kapsamında değerlendirildiğinde bireysel farklılıkların son derece önemli olduğu görülmektedir. Bu nedenle, SS tüketim protokolü bireysel farklılıklar göz önünde bulundurularak tasarlanması ve sporcunun, tüketim sonrası zirve kan alkalozuna ulaşması için gereken süre, GİS şiddeti ve semptomların ortadan kalktığı zaman aralığı ve beraberinde tükettiği öğünün karbonhidrat ve sıvı içeriği bireysel olarak değerlendirilmelidir.

Bu çalışma, akut SS kullanımının takım sporlarının doğasına uygun saha bazlı bir tekrarlı sprint test protokolünde yorgunluğu geciktirerek performans gelişimine katkı sağlayabileceğini gösteren ilk çalışmadır. Aktivite sırasında sporcunun yorgunluğunun azaltılması veya ötelenmesi performansı artırmada kilit bir faktördür. Kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerin tekrarlandığı takım sporlarında enerji üretimine hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemleri katkı sağladığından yorgunluk gelişimine etki eden mekanizmalar çok yönlüdür. Bununla beraber, takım sporlarında aralıklı olarak tekrarlanan yüksek şiddetli aktivitelerde performans düşüşüne yol açan tek bir faktörün dahi manipüle edilmesi performansın korunmasına katkı sağlayabilir. Nitekim rekabet sporlarında yarışan sporcular için bu çok küçük performans gelişimlerinin dahi önemli ölçüde etkileyebileceği bilinmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Akut sodyum sitrat tüketiminin (0,5 g/kg) tekrarlı sprint performansı üzerine etkisini araştıran bu tez çalışmasının sonuçları ve bu çalışmanın sınırlılıkları dikkate alınarak ileride yapılacak araştırmalar için öneriler aşağıda özetlenmiştir;

### 6.1. Sonuçlar

1. Sodyum sitrat tüketimi egzersiz öncesi dinlenik kan pH ve bikarbonat değerlerini plaseboya kıyasla artırmıştır.
2. Sodyum sitrat tüketimi, tekrarlı sprint egzersizi sonrası 1., 3., 5. ve 7. dakikalarda kan pH, bikarbonat ve laktat değerlerinin plaseboya kıyasla daha yüksek seyretmesine yol açmıştır.
3. Sodyum sitrat tüketimi, tekrarlı sprint egzersizi sırasında plaseboya kıyasla daha düşük performans düşüş yüzdesine sebep olmuştur.
4. Sodyum sitrat tüketimi, tekrarlı sprint egzersizi sırasında plaseboya kıyasla daha yüksek minimum güç çıktısı elde edilmesini sağlamıştır.
5. Sodyum sitrat tüketimi, tekrarlı sprint egzersizi sırasında daha düşük algılanan zorluk derecesi yanıtlarına yol açmıştır.
6. Sodyum sitrat tüketimi, plaseboya kıyasla daha yüksek gastrointestinal semptom puanlarına yol açmıştır.
7. Sodyum sitrat tüketimi, tekrarlı sprint egzersizi sırasında ölçülen toplam sprint zamanı, maksimum güç çıktısı ve en kötü sprint süresini değiştirmemiştir.
8. Sodyum sitrat tüketimi, plaseboya kıyasla tekrarlı sprint egzersizi öncesi dinlenik, test sırasında ortalama ve maksimum kalp atım hızı değişkenlerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmamıştır.

### 6.2. Öneriler

Akut sodyum sitrat tüketiminin egzersiz performansı üzerine etkilerinin inceleneceği gelecek çalışmalarda aşağıdaki öneriler dikkate alınabilir.

1. Bu çalışmada sodyum sitrat solüsyon formunda tüketilmiştir. Gelecek çalışmalarda tüketilebilirliği arttırmak ve daha yüksek kan alkalozu elde etmek amacıyla

sodyum sitratın solüsyon formu yerine gastrozistastan kapsül formu tercih edilebilir.

2. Sodyum sitrat, tüketimini takiben ortaya çıkan gastrointestinal semptomların şiddetini azaltmak için karbonhidrattan zengin katı formda bir öğün ile tüketilebilir.
3. Zirve kan alkalozunu sağlamak ve gastrointestinal semptomların şiddetini en aza indirmek için bireysel yanıtlar dikkate alınarak kişiye özgü tüketim protokolleri çalışılabilir.
4. Tekrarlı sprint egzersizinin ilerleyen sprintlerinde aerobik metabolizmanın katkısı arttığından katılımcıların maksimal oksijen tüketim kapasiteleri ve aerobik dayanıklılık kapasitelerinin, sodyum sitrat tüketiminin tekrarlı sprint performansına etkisindeki rolü incelenebilir.
5. Bu çalışma iyi antrene futbolcular ile gerçekleştirilmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda tekrarlı sprint yeteneğinin spor başarısında önemli olduğu basketbol, amerikan futbolu, rugby gibi spor branşlarında sodyum sitratın ergojenik etkisi araştırılabilir.
6. Sodyum sitratın branşa özgü oyun kuralları ile karakterize (Örneğin; Dar alan oyunları-Futbol) egzersiz protokollerinde ergojenik etkisi incelenebilir.
7. Sodyum sitrat tüketiminin anaerobik enerji sisteminin baskın olarak kullanıldığı 400-800 metre koşuların son 200 metresindeki performansa katkısı, 100-200 metre yüzme ve 1000 metre bisiklete binme gibi tek bir supramaksimal sprint performansı üzerine etkileri araştırılabilir.
8. Bu çalışma genç erkek sporcular ile gerçekleştirilmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda kadın sporcular ile sodyum sitratın ergojenik etkisi araştırılabilir.
9. Sodyum sitratın etki mekanizmasını daha iyi anlamak amacıyla, sodyum sitrat tüketimini takiben kan sitrat, sodyum ve klor düzeylerinde meydana gelen değişimler ve idrar ile atım düzeyleri incelenebilir.
10. Sodyum sitratın etki mekanizmasını daha iyi anlamak amacıyla, sodyum sitrat tüketimini takiben kas biyopsi yöntemi ile kas içi pH, laktat ve H<sup>+</sup> konsantrasyonları ölçülebilir.
11. Sodyum sitrat tüketiminin sıvı tutulumuna ve bununla ilişkili olarak egzersiz performansına etkisi incelenebilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med.* 2011;41(8):673-94.
2. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.* 2005;35(12):1025-44.
3. Ben Abdelkrim N, El Fazaa S, El Ati J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British journal of sports medicine.* 2007;41(2):69-75; discussion
4. Carling C, Le Gall F, Dupont G. Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of sports sciences.* 2012;30(4):325-36.
5. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports medicine (Auckland, NZ).* 2011;41(9):741-56.
6. Bishop D, Edge J, Goodman C. Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. *European journal of applied physiology.* 2004;92(4-5):540-7.
7. Bishop D, Lawrence S, Spencer M. Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *J Sci Med Sport.* 2003;6(2):199-209.
8. Bishop D, Edge J. Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *European journal of applied physiology.* 2006;97(4):373-9.
9. Bishop D, Spencer M. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness.* 2004;44(1):1-7.
10. Bishop D, Edge J, Davis C, Goodman C. Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Medicine and science in sports and exercise.* 2004;36(5):807-13.
11. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med.* 2011;41(10):801-14.
12. McNaughton LR, Siegler J, Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7(4):230-6.
13. Lopes-Silva JP, Reale R, Franchini E. Acute and chronic effect of sodium bicarbonate ingestion on Wingate test performance: a systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences.* 2019;37(7):762-71.
14. Hobson RM, Saunders B, Ball G, Harris RC, Sale C. Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino acids.* 2012;43(1):25-37.
15. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha AH, Jr. Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Medicine and science in sports and exercise.* 2010;42(6):1162-73.

16. Morris D. Effects of oral lactate consumption on metabolism and exercise performance. *Current sports medicine reports*. 2012;11(4):185-8.
17. Lancha Junior AH, Painelli Vde S, Saunders B, Artioli GG. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. *Sports Med*. 2015;45 Suppl 1:S71-81.
18. Requena B, Zabala M, Padial P, Feriche B. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):213-24.
19. Hollidge-Horvat MG, Parolin ML, Wong D, Jones NL, Heigenhauser GJ. Effect of induced metabolic alkalosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000;278(2):E316-29.
20. McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA. Recent Developments in the Use of Sodium Bicarbonate as an Ergogenic Aid. *Current sports medicine reports*. 2016;15(4):233-44.
21. Matson LG, Tran ZV. Effects of sodium bicarbonate ingestion on anaerobic performance: a meta-analytic review. *International journal of sport nutrition*. 1993;3(1):2-28.
22. Peart DJ, Siegler JC, Vince RV. Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance. *Journal of strength and conditioning research*. 2012;26(7):1975-83.
23. McNaughton LR. Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. *Journal of sports sciences*. 1992;10(5):415-23.
24. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British journal of sports medicine*. 2018;52(7):439-55.
25. McNaughton LR. Sodium citrate and anaerobic performance: implications of dosage. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990;61(5-6):392-7.
26. Linossier MT, Dormois D, Bréghère P, Geysant A, Denis C. Effect of sodium citrate on performance and metabolism of human skeletal muscle during supramaximal cycling exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;76(1):48-54.
27. McNaughton L, Cedaro R. Sodium citrate ingestion and its effects on maximal anaerobic exercise of different durations. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1992;64(1):36-41.
28. Flueck JL, Mettler S, Perret C. Influence of caffeine and sodium citrate ingestion on 1,500-m exercise performance in elite wheelchair athletes: a pilot study. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2014;24(3):296-304.
29. Cox G, Jenkins DG. The physiological and ventilatory responses to repeated 60 s sprints following sodium citrate ingestion. *Journal of sports sciences*. 1994;12(5):469-75.
30. Van Montfoort MC, Van Dieren L, Hopkins WG, Shearman JP. Effects of ingestion of bicarbonate, citrate, lactate, and chloride on sprint running. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(7):1239-43.

31. Kumstat M, Hlinsky T, Struhar I, Thomas A. Does Sodium Citrate Cause the Same Ergogenic Effect As Sodium Bicarbonate on Swimming Performance? *Journal of human kinetics*. 2018;65:89-98.
32. van Someren K, Fulcher K, McCarthy J, Moore J, Horgan G, Langford R. An investigation into the effects of sodium citrate ingestion on high-intensity exercise performance. *Int J Sport Nutr*. 1998;8(4):356-63.
33. Russell C, Papadopoulos E, Mezil Y, Wells GD, Plyley MJ, Greenway M, et al. Acute versus chronic supplementation of sodium citrate on 200 m performance in adolescent swimmers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014;11:26.
34. Parry-Billings M, MacLaren DP. The effect of sodium bicarbonate and sodium citrate ingestion on anaerobic power during intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1986;55(5):524-9.
35. Schabort EJ, Wilson G, Noakes TD. Dose-related elevations in venous pH with citrate ingestion do not alter 40-km cycling time-trial performance. *European journal of applied physiology*. 2000;83(4 -5):320-7.
36. Vaher I, Timpmann S, Aedma M, Ööpik V. Impact of acute sodium citrate ingestion on endurance running performance in a warm environment. *European journal of applied physiology*. 2015;115(4):813-23.
37. Oopik V, Saaremets I, Timpmann S, Medijainen L, Karelson K. Effects of acute ingestion of sodium citrate on metabolism and 5-km running performance: a field study. *Can J Appl Physiol*. 2004;29(6):691-703.
38. Urwin CS, Snow RJ, Orellana L, Condo D, Wadley GD, Carr AJ. Does varying the ingestion period of sodium citrate influence blood alkalosis and gastrointestinal symptoms? *PLoS One*. 2021;16(5):e0251808.
39. Urwin CS, Snow RJ, Condo D, Snipe R, Wadley GD, Carr AJ. Factors Influencing Blood Alkalosis and Other Physiological Responses, Gastrointestinal Symptoms, and Exercise Performance Following Sodium Citrate Supplementation: A Review. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2021:1-19.
40. Urwin CS, Dwyer DB, Carr AJ. Induced Alkalosis and Gastrointestinal Symptoms After Sodium Citrate Ingestion: a Dose-Response Investigation. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2016;26(6):542-8.
41. McNaughton LR. Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of various durations. *Journal of sports sciences*. 1992;10(5):425-35.
42. Conte D, Favero TG, Lupo C, Francioni FM, Capranica L, Tessitore A. Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: individual and team analyses. *Journal of strength and conditioning research*. 2015;29(1):144-50.
43. Balsom PD, Seger JY, Sjödin B, Ekblom B. Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *Int J Sports Med*. 1992;13(7):528-33.
44. Padulo J, Bragazzi NL, Nikolaidis PT, Dello Iacono A, Attene G, Pizzolato F, et al. Repeated Sprint Ability in Young Basketball Players: Multi-direction vs. One-Change of Direction (Part 1). *Frontiers in physiology*. 2016;7:133.

45. Wong del P, Chan GS, Smith AW. Repeated-sprint and change-of-direction abilities in physically active individuals and soccer players: training and testing implications. *Journal of strength and conditioning research*. 2012;26(9):2324-30.
46. Haugen T, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(3):432-41.
47. Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*. 2007;28(3):228-35.
48. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 1993;75(2):712-9.
49. Balsom PD, Seger JY, Sjodin B, Ekblom B. Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1992;65(2):144-9.
50. S. U. Farklı tekrarlı sprint protokollerinde enerji sistemlerinin katkısı: yüklenme/dinlenme oranlarının etkisi. [Doktora Tezi] Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2020.
51. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy HK. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 1996;80(3):876-84.
52. Hultman E, Sjöholm H. Energy metabolism and contraction force of human skeletal muscle in situ during electrical stimulation. *The Journal of physiology*. 1983;345:525-32.
53. Newsholme EA. Application of principles of metabolic control to the problem of metabolic limitations in sprinting, middle-distance, and marathon running. *International journal of sports medicine*. 1986;7 Suppl 1:66-70.
54. Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Preen D, Polglaze T, Fitzsimons M, et al. Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1997;7(4):206-13.
55. Jones NL, McCartney N, Graham T, Spriet LL, Kowalchuk JM, Heigenhauser GJ, et al. Muscle performance and metabolism in maximal isokinetic cycling at slow and fast speeds. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 1985;59(1):132-6.
56. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy HK, Nevill AM. Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *The Journal of physiology*. 1995;482 ( Pt 2):467-80.
57. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2001;31(1):1-11.
58. McCartney N, Spriet LL, Heigenhauser GJ, Kowalchuk JM, Sutton JR, Jones NL. Muscle power and metabolism in maximal intermittent exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 1986;60(4):1164-9.

59. McGawley K, Bishop DJ. Oxygen uptake during repeated-sprint exercise. *J Sci Med Sport*. 2015;18(2):214-8.
60. Rampinini E, Sassi A, Morelli A, Mazzoni S, Fanchini M, Coutts AJ. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2009;34(6):1048-54.
61. Brown PI, Hughes MG, Tong RJ. Relationship between VO<sub>2</sub>(max) and repeated sprint ability using non-motorised treadmill ergometry. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2007;47(2):186-90.
62. Aziz AR, Mukherjee S, Chia MY, Teh KC. Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2007;47(4):401-7.
63. Castagna C, Manzi V, D'Ottavio S, Annino G, Padua E, Bishop D. Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *Journal of strength and conditioning research*. 2007;21(4):1172-6.
64. Wadley G, Le Rossignol P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *J Sci Med Sport*. 1998;1(2):100-10.
65. Spencer M, Bishop D, Lawrence S. Longitudinal assessment of the effects of field-hockey training on repeated sprint ability. *J Sci Med Sport*. 2004;7(3):323-34.
66. Gharbi Z, Dardouri W, Haj-Sassi R, Chamari K, Souissi N. Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biol Sport*. 2015;32(3):207-12.
67. da Silva JF, Guglielmo LG, Bishop D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *Journal of strength and conditioning research*. 2010;24(8):2115-21.
68. Cairns SP, Lindinger MI. Do multiple ionic interactions contribute to skeletal muscle fatigue? *The Journal of physiology*. 2008;586(17):4039-54.
69. Donaldson SK, Hermansen L, Bolles L. Differential, direct effects of H<sup>+</sup> on Ca<sup>2+</sup>-activated force of skinned fibers from the soleus, cardiac and adductor magnus muscles of rabbits. *Pflugers Archiv : European journal of physiology*. 1978;376(1):55-65.
70. Fabiato A, Fabiato F. Effects of pH on the myofilaments and the sarcoplasmic reticulum of skinned cells from cardiac and skeletal muscles. *The Journal of physiology*. 1978;276:233-55.
71. Sutton JR, Jones NL, Toews CJ. Effect of PH on muscle glycolysis during exercise. *Clinical science (London, England : 1979)*. 1981;61(3):331-8.
72. Nakamaru Y, Schwartz A. Possible control of intracellular calcium metabolism by [H<sup>+</sup>]: sarcoplasmic reticulum of skeletal and cardiac muscle. *Biochemical and biophysical research communications*. 1970;41(4):830-6.
73. Sahlin K. Metabolic factors in fatigue. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 1992;13(2):99-107.



74. Spencer M, Dawson B, Goodman C, Dascombe B, Bishop D. Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *European journal of applied physiology*. 2008;103(5):545-52.
75. Mendez-Villanueva A, Hamer P, Bishop D. Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European journal of applied physiology*. 2008;103(4):411-9.
76. Costill DL, Barnett A, Sharp R, Fink WJ, Katz A. Leg muscle pH following sprint running. *Medicine and science in sports and exercise*. 1983;15(4):325-9.
77. Lancha Junior AH, Painelli VdS, Saunders B, Artioli GG. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2015;45 Suppl 1:S71-S81.
78. Hermansen L. Effect of acidosis on skeletal muscle performance during maximal exercise in man. *Bulletin europeen de physiopathologie respiratoire*. 1979;15(2):229-41.
79. McCartney N, Heigenhauser GJ, Jones NL. Effects of pH on maximal power output and fatigue during short-term dynamic exercise. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*. 1983;55(1 Pt 1):225-9.
80. Costill DL, Verstappen F, Kuipers H, Janssen E, Fink W. Acid-base balance during repeated bouts of exercise: influence of HCO<sub>3</sub>. *International journal of sports medicine*. 1984;5(5):228-31.
81. Hultman E, Sahlin K. Acid-base balance during exercise. *Exerc Sport Sci Rev*. 1980;8:41-128.
82. Sale C, Saunders B, Harris RC. Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance. *Amino acids*. 2010;39(2):321-33.
83. Bröer S, Schneider HP, Bröer A, Rahman B, Hamprecht B, Deitmer JW. Characterization of the monocarboxylate transporter 1 expressed in *Xenopus laevis* oocytes by changes in cytosolic pH. *Biochem J*. 1998;333 ( Pt 1)(Pt 1):167-74.
84. Dimmer KS, Friedrich B, Lang F, Deitmer JW, Bröer S. The low-affinity monocarboxylate transporter MCT4 is adapted to the export of lactate in highly glycolytic cells. *Biochem J*. 2000;350 Pt 1(Pt 1):219-27.
85. Thomas C, Perrey S, Lambert K, Hugon G, Mornet D, Mercier J. Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 2005;98(3):804-9.
86. McArdle DW, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance*. Philadelphia, United States: Lippincott Williams and Wilkins; 2010. 300-2 p.
87. Juel C. Muscle pH regulation: role of training. *Acta physiologica Scandinavica*. 1998;162(3):359-66.
88. de Oliveira LF, Dolan E, Swinton PA, Durkalec-Michalski K, Artioli GG, McNaughton LR, et al. Extracellular Buffering Supplements to Improve Exercise

Capacity and Performance: A Comprehensive Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2021.

89. Siegler JC, Marshall PW, Raftery S, Brooks C, Dowswell B, Romero R, et al. The differential effect of metabolic alkalosis on maximum force and rate of force development during repeated, high-intensity cycling. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md : 1985). 2013;115(11):1634-40.

90. Siegler JC, Gleadall-Siddall DO. Sodium bicarbonate ingestion and repeated swim sprint performance. *Journal of strength and conditioning research.* 2010;24(11):3105-11.

91. Ööpik V, Timpmann S, Kadak K, Medijainen L, Karelson K. The Effects of Sodium Citrate Ingestion on Metabolism and 1500-m Racing Time in Trained Female Runners. *J Sports Sci Med.* 2008;7(1):125-31.

92. Aedma M, Timpmann S, Ööpik V. Dietary sodium citrate supplementation does not improve upper-body anaerobic performance in trained wrestlers in simulated competition-day conditions. *European journal of applied physiology.* 2015;115(2):387-96.

93. Saunders B, Sale C, Harris RC, Sunderland C. Sodium bicarbonate and high-intensity-cycling capacity: variability in responses. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(4):627-32.

94. Siegler JC, Mudie K, Marshall P. The influence of sodium bicarbonate on maximal force and rates of force development in the triceps surae and brachii during fatiguing exercise. *Experimental physiology.* 2016;101(11):1383-91.

95. Horswill CA. Effects of bicarbonate, citrate, and phosphate loading on performance. *International journal of sport nutrition.* 1995;5 Suppl:S111-9.

96. Kowalchuk JM, Maltais SA, Yamaji K, Hughson RL. The effect of citrate loading on exercise performance, acid-base balance and metabolism. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1989;58(8):858-64.

97. Grgic J, Pedisic Z, Saunders B, Artioli GG, Schoenfeld BJ, McKenna MJ, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2021;18(1):61.

98. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>], pH, and gastrointestinal symptoms. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism.* 2011;21(3):189-94.

99. Heibel AB, Perim PHL, Oliveira LF, McNaughton LR, Saunders B. Time to Optimize Supplementation: Modifying Factors Influencing the Individual Responses to Extracellular Buffering Agents. *Front Nutr.* 2018;5:35-.

100. Cunha VCR, Aoki MS, Zourdos MC, Gomes RV, Barbosa WP, Massa M, et al. Sodium citrate supplementation enhances tennis skill performance: a crossover, placebo-controlled, double blind study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2019;16(1):32.

101. Jones RL, Stellingwerff T, Artioli GG, Saunders B, Cooper S, Sale C. Dose-Response of Sodium Bicarbonate Ingestion Highlights Individuality in Time Course

of Blood Analyte Responses. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2016;26(5):445-53.

102. Gough LA, Deb SK, Sparks AS, McNaughton LR. The Reproducibility of Blood Acid Base Responses in Male Collegiate Athletes Following Individualised Doses of Sodium Bicarbonate: A Randomised Controlled Crossover Study. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2017;47(10):2117-27.

103. Urwin CS, Snow RJ, Orellana L, Condo D, Wadley GD, Carr AJ. Sodium citrate ingestion protocol impacts induced alkalosis, gastrointestinal symptoms, and palatability. *Physiol Rep*. 2019;7(19):e14216-e.

104. Miller P, Robinson AL, Sparks SA, Bridge CA, Bentley DJ, McNaughton LR. The Effects of Novel Ingestion of Sodium Bicarbonate on Repeated Sprint Ability. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):561-8.

105. Bird SR, Wiles J, Robbins J. The effect of sodium bicarbonate ingestion on 1500-m racing time. *Journal of sports sciences*. 1995;13(5):399-403.

106. Goldfinch J, Mc Naughton L, Davies P. Induced metabolic alkalosis and its effects on 400-m racing time. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1988;57(1):45-8.

107. Hobson RM, Harris RC, Martin D, Smith P, Macklin B, Elliott-Sale KJ, et al. Effect of sodium bicarbonate supplementation on 2000-m rowing performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(1):139-44.

108. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Reliability and effect of sodium bicarbonate: buffering and 2000-m rowing performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2012;7(2):152-60.

109. Martins A, Artioli G, Franchini E. Sodium citrate ingestion increases glycolytic activity but does not enhance 2000 m rowing performance. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2010;5.

110. Lindh AM, Peyrebrune MC, Ingham SA, Bailey DM, Folland JP. Sodium bicarbonate improves swimming performance. *Int J Sports Med*. 2008;29(6):519-23.

111. Zajac A, Cholewa J, Poprzecki S, Waskiewicz Z, Langfort J. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. *Journal of sports science & medicine*. 2009;8(1):45-50.

112. Gaitanos GC, Nevill ME, Brooks S, Williams C. Repeated bouts of sprint running after induced alkalosis. *Journal of sports sciences*. 1991;9(4):355-70.

113. Dalle S, Koppo K, Hespel P. Sodium bicarbonate improves sprint performance in endurance cycling. *J Sci Med Sport*. 2020.

114. Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *Int J Sports Physiol Perform*. 2006;1(3):233-45.

115. Hazır TA, C. İskelet ve kalp kaslarında laktik asitin taşınımı: Monokarboksil taşıyıcı proteinler-Bölüm 1. *Spor Bilimleri Dergisi*. 2005;16(2):95-123.

116. Juel C. Lactate-proton cotransport in skeletal muscle. *Physiological reviews*. 1997;77(2):321-58.

117. Manning Fox JE, Meredith D, Halestrap AP. Characterisation of human monocarboxylate transporter 4 substantiates its role in lactic acid efflux from skeletal muscle. *The Journal of physiology*. 2000;529 Pt 2(Pt 2):285-93.
118. Bonen A. Lactate transporters (MCT proteins) in heart and skeletal muscles. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(4):778-89.
119. Bonen A. The expression of lactate transporters (MCT1 and MCT4) in heart and muscle. *European journal of applied physiology*. 2001;86(1):6-11.
120. McGinley C, Bishop DJ. Influence of training intensity on adaptations in acid/base transport proteins, muscle buffer capacity, and repeated-sprint ability in active men. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 2016;121(6):1290-305.
121. Pilegaard H, Bangsbo J, Richter EA, Juel C. Lactate transport studied in sarcolemmal giant vesicles from human muscle biopsies: relation to training status. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 1994;77(4):1858-62.
122. Mainwood GW, Worsley-Brown P. The effects of extracellular pH and buffer concentration on the efflux of lactate from frog sartorius muscle. *The Journal of physiology*. 1975;250(1):1-22.
123. Weston AR, Myburgh KH, Lindsay FH, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA. Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1997;75(1):7-13.
124. Siegler JC, Marshall PW, Bray J, Towlson C. Sodium bicarbonate supplementation and ingestion timing: does it matter? *Journal of strength and conditioning research*. 2012;26(7):1953-8.
125. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 2016;48(3):543-68.
126. Costill DL, Saltin B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol*. 1974;37(5):679-83.
127. Potteiger JA, Nickel GL, Webster MJ, Haub MD, Palmer RJ. Sodium citrate ingestion enhances 30 km cycling performance. *International journal of sports medicine*. 1996;17(1):7-11.
128. Peacock J, Sparks SA, Middlebrook I, Hilton NP, Tinnion D, Leach N, et al. Extracellular buffer choice influences acid-base responses and gastrointestinal symptoms. *Res Sports Med*. 2021;29(6):505-16.
129. Street D, Nielsen JJ, Bangsbo J, Juel C. Metabolic alkalosis reduces exercise-induced acidosis and potassium accumulation in human skeletal muscle interstitium. *The Journal of physiology*. 2005;566(Pt 2):481-9.
130. Boegman S, Stellingwerff T, Shaw G, Clarke N, Graham K, Cross R, et al. The Impact of Individualizing Sodium Bicarbonate Supplementation Strategies on World-Class Rowing Performance. *Front Nutr*. 2020;7:138.

131. Potteiger JA, Webster MJ, Nickel GL, Haub MD, Palmer RJ. The effects of buffer ingestion on metabolic factors related to distance running performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1996;72(4):365-71.
132. Ibanez J, Pullinen T, Gorostiaga E, Postigo A, Mero A. Blood lactate and ammonia in short-term anaerobic work following induced alkalosis. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1995;35(3):187-93.
133. Tiryaki GR, Atterbom HA. The effects of sodium bicarbonate and sodium citrate on 600 m running time of trained females. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1995;35(3):194-8.
134. Aedma M, Timpmann S, Ööpik V. Dietary sodium citrate supplementation does not improve upper-body anaerobic performance in trained wrestlers in simulated competition-day conditions. *European journal of applied physiology*. 2015;115(2):387-96.
135. Ööpik V, Saaremets I, Medijainen L, Karelson K, Janson T, Timpmann S. Effects of sodium citrate ingestion before exercise on endurance performance in well trained college runners. *Br J Sports Med*. 2003;37(6):485-9.
136. Shave R, Whyte G, Siemann A, Doggart L. The effects of sodium citrate ingestion on 3,000-meter time-trial performance. *Journal of strength and conditioning research*. 2001;15(2):230-4.
137. Ööpik V, Timpmann S, Hackney AC, Kadak K, Medijainen L, Karelson K. Ingestion of sodium citrate suppresses aldosterone level in blood at rest and during exercise. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2010;35(3):278-85.
138. Fitts RH. The Role of Acidosis in Fatigue: Pro Perspective. *Medicine and science in sports and exercise*. 2016;48(11):2335-8.
139. Billaut F, Bishop D. Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2009;39(4):257-78.
140. Siegler JC, Carr AJ, Jardine WT, Convit L, Cross R, Chapman D, et al. The Hyperhydration Potential of Sodium Bicarbonate and Sodium Citrate. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2022;32(2):74-81.
141. Lavender G, Bird SR. Effect of sodium bicarbonate ingestion upon repeated sprints. *British journal of sports medicine*. 1989;23(1):41-5.
142. Fox EL. *Sports Physiology*. 2<sup>nd</sup>, editor. Philadelphia: Saunders; 1984.
143. Holmyard DJ CM, Lakomy HKA, et al. . . Effect of recovery duration on performance during multiple treadmill sprints. *Liverpool: E & FN Spon*. 1987;134-42.
144. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2018;28(2):104-25.

145. Schubert MM, Astorino TA. A systematic review of the efficacy of ergogenic aids for improving running performance. *Journal of strength and conditioning research*. 2013;27(6):1699-707.
146. Survey NHaNE. *Body Composition Procedures Manual*.; 2011.
147. Hazır T, Köse M, Kin isler A. The validity of Running Anaerobic Sprint Test to assess anaerobic power in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*. 2018;26:1-9.
148. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. 1982;14(5):377-81.
149. Adam B LT, Saadat-Gilani K, Vinson B, Holtmann G. Validation of the gastrointestinal symptom score for the assessment of symptoms in patients with functional dyspepsia. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 2005;22(4):357-63.
150. Singer W, OpferGgehrking TL, McPhee BR, Hilz MJ, Low PA. Influence of posture on the Valsalva manoeuvre. *Clinical science (London, England : 1979)*. 2001;100(4):433-40.
151. Hopkins WG. A scale of magnitudes for effect statistics. A new view of statistics. 2002;502:411.
152. Richardson JTE. Eta Squared and Partial Eta Squared as Measures of Effect Size in Educational Research. *Educational Research Review*. 2011;6:135-47.
153. Stephens TJ, McKenna MJ, Canny BJ, Snow RJ, McConell GK. Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(4):614-21.
154. Andersen P, Saltin B. Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *The Journal of physiology*. 1985;366:233-49.
155. Berger NJ, Campbell IT, Wilkerson DP, Jones AM. Influence of acute plasma volume expansion on VO<sub>2</sub> kinetics, VO<sub>2</sub> peak, and performance during high-intensity cycle exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 2006;101(3):707-14.
156. Hoffman JR. The relationship between aerobic fitness and recovery from high-intensity exercise in infantry soldiers. *Military medicine*. 1997;162(7):484-8.
157. Costa RJS, Miall A, Khoo A, Rauch C, Snipe R, Camões-Costa V, et al. Gut-training: the impact of two weeks repetitive gut-challenge during exercise on gastrointestinal status, glucose availability, fuel kinetics, and running performance. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2017;42(5):547-57.
158. Garland PB, Randle PJ, Newsholme EA. Citrate as an intermediary in the inhibition of phosphofructokinase in rat heart muscle by fatty acids, ketone bodies, pyruvate, diabetes, and starvation. *Nature*. 1963;200:169-70.
159. Peters SJ, Spriet LL. Skeletal muscle phosphofructokinase activity examined under physiological conditions in vitro. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985)*. 1995;78(5):1853-8.

160. Pyne DB, Saunders PU, Montgomery PG, Hewitt AJ, Sheehan K. Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *Journal of strength and conditioning research*. 2008;22(5):1633-7.

## 8. EKLER

## EK-1: Etik Kurul Onayı

## HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Akut Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-19103

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	04.09.2019 İmza tarihli
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>	
	İLAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2019/19-37 (KA-19103)	Toplantı Tarihi: 08.11.2019	
	Üniversitemiz Spor Bilimleri Fakültesi Egzersizde Beslenme ve Metabolizma Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Şükran Nazım KOŞAR'ın sorumlu araştırmacısı olduğu, Dilara KURU'nun yüksek lisans tezi olan (KA-19103) kayıt numaralı ve "Akut Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi" başlıklı proje öneri dosyası ile ilgili belge ve dokümanlar araştırmannın/çalışmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.		

## HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İvi Klinik Uygulamaları Kılavuzu					
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Mutlu HAYRAN					
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım*	
Prof. Dr. Mutlu HAYRAN Başkan	Preventif Onkoloji	Hacettepe Ü. Onkoloji Enstitüsü	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Türkan ELDEM Başkan Yardımcısı	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Ü. Eze. F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Erdem KARABULUT (Bildirimlerden Sorumlu Üye)	Biyostatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Murat YURDAKÖK	Çocuk Sağl. ve Hst. (Neonatoloji)	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Nilgün SAYINALP	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Prof. Dr. Nüket ÖRNEK BUKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Prof. Dr. Ayşe KÜÇÜKDEVECİ	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Mehmet UĞUR	Biyofizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Mehmet Hakan ÖZSOY	Ortopedi ve Travmatoloji	Memorial Ankara Hastanesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. M. Yıldırım SARA	Tıbbi Farmakoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Abdullah Cevdet AKMAN	Periodontoloji	Hacettepe Ü. Diş Hekimliği F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Ümit Murat ŞAHNER	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Doç. Dr. Zafer ARIK	İç Hst. Tıbbi Onkoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Av. Meltan ONURLU	Avukat	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Fatma Nesrin ŞEYHİSMALLOĞLU	Sivil Üye	-	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>

\*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı'nun  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.



## **EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu**

Sayın Katılımcı,

**“Akut Sodyum Sitrat Tüketiminin Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi”** başlıklı bu araştırma, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Ş. Nazan KOŞAR’ın sorumluluğunda gerçekleştirilmektedir. Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde, egzersize bağlı oluşan metabolitlerin birikimi ve buna bağlı olarak gerçekleşen kas asidozu, egzersiz performansını sınırlayan en önemli etken olarak görülmektedir. Bu nedenle bu tür egzersizlerde tamponlama sistemini geliştiren beslenme stratejileri, vücudun asit-baz dengesininin sağlamasında önemli role sahiptir. Sodyum sitrat, tolere edilebilme profilinin en çok çalışılan bir başka tamponlayıcı ajan olan sodyum bikarbonata kıyasla daha geniş olması nedeniyle spor performansının geliştirilmesinde alternatif ajan olarak görülmektedir. Bununla beraber, yapılan çalışmalarda akut sodyum sitrat kullanımı ve alkali ortam yaratılması ve bunun yanında performansın artırılması için kullanılan doz, alım süresi ve uygun egzersiz protokolü açısından net bir sonuca ulaşılamamıştır. Ayrıca, akut sodyum sitrat kullanımının kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz türü olan tekrarlı sprint performansına etkisi çalışılmamıştır. Bu çerçevede, bu çalışmanın amacı, akut sodyum sitrat kullanımının tekrarlı sprint performansı üzerine etkilerini araştırmaktır. Bu protokol, başarılı olması halinde, kısa süreli yüksek şiddetli egzersiz kategorisinde yer alan sporlarla ilgilenen sporculara gerek antrenman gerek müsabakalar öncesi asit tamponlama stratejisi olarak önerilebilecektir.

### **Araştırmanın Protokolü**

Çalışmaya katılmayı kabul etmeniz halinde, Hacettepe Üniversitesi Egzersizde Beslenme ve Metabolizma Laboratuvarı’nda öncelikle genel sağlık durumunuzu ve antrenman geçmişinizi belirlemek amacıyla anket uygulanacaktır. İlk ziyaretinizde laboratuvara aç gelmeniz istenecektir ve boy uzunluğunuz ve vücut ağırlığınız belirlenecek, ardından vücut kompozisyonunuz DXA adı verilen bir cihazda, ortalama 6 dakika süreyle sırt üstü yatar pozisyonda ölçülecektir. Daha sonra rastgele yöntem

ile (Her iki gruba eşit atanılma olasılığının bulunduğu, kişinin hangi gruba atanacağına araştırmacı ve katılımcı tarafından belirlenmediği yöntem) sodyum sitrat (n=10) veya plasebo (n=10) gruplarından birine atanacaksınız. Yine aynı gün araştırma protokolüne alışmanız için Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (RAST)'nin alıştırma testine katılacaksınız. Alıştırma testinin tamamlanmasından 3 gün sonra, besin tüketim kayıtlarınızı tutmuş olarak gelmeniz istenecektir. Takiben, tarafımızca size verilecek olan standart kahvaltı öğününü ve ardından yine tarafımızca 1 Litre su içerisinde çözdürülmüş olarak size verilecek olan suplement veya plasebo (NaCl - sofr tuzu) 1 saat içerisinde tüketmeniz istenecektir. Ürünün tüketiminin ardından 3 saat dinlenmeniz istenecek ve bu 3 saatin sonunda RAST ölçümlerinizi yapılacaktır. Takiben yedi gün arınma süresi verildikten sonra gruplar çaprazlanarak ilk RAST ölçümünde sodyum sitrat tüketen katılımcıların plasebo grubuna, plasebo tüketen katılımcıların ise sodyum sitrat grubuna dahil edilmesi sağlanarak tüm suplement ve test protokolü tekrarlanacaktır. Böylece her gönüllü hem sodyum sitrat hem de plasebo gruplarında yer almış olacaktır. Ancak, araştırma yöntemi gereği tüm testler tamamlanıncaya kadar, araştırmanın hangi aşamasında hangi ürünü tükettiğiniz size söylenmeyecektir.

Koşu Bazlı Anaerobik Sprint Testi (RAST) 10 saniye aralıklarla bölünmüş 6x35 metre sprint performansını içermektedir. Standart ısınma protokolünün ardından başlangıç çizgisinden hazır olduğunuzda çıkış yapmanız ve 35 metreyi maksimal efor ile koşmanız istenecektir. Her sprint sonrası 10 saniye pasif toparlanma aralıklarınızda derecesi en düşük 6, en yüksek 20 olan Maksimum Algılanan Zorluk Derecesi Skalası ile hissettiğiniz zorlanma düzeyiniz sözlü olarak sorulacaktır. Bu işlemi 6 kez yapmanız istenecektir.

Bu çalışmada, egzersiz öncesi dinlenik koşullarda ve RAST ölçümü sonrası 3., 5. ve 7. dakikalarda parmak ucunuzdan bir damla kan örneği alınarak laktat analizi yapılacaktır. Kan laktat analizi, kan örneği alınır alınmaz Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde, RAST protokolünün gerçekleştirildiği yerde yapılacaktır.

Testlere benzer beslenme koşullarında girmenizi sağlamak amacıyla 1. RAST testinden önceki 3 gün besin tüketim kaydınız alınacak ve 2. RAST testinden önceki 3 gün benzer şekilde beslenmeniz istenerek besin tüketim kaydınız tekrar alınacaktır.

Besin tüketim kayıtlarınız bir bilgisayar programı yardımıyla analiz edilerek, diyetinizin kalori, karbonhidrat, protein ve yağ içeriği hesaplanacaktır. Laboratuvara gelmeden 24 saat öncesinden egzersiz yapmamanız, kahve-alkol tüketmemeniz, saat 20:00'den sonra bir şey yememeniz ve testlerden en az 2 saat önce son öğününüzü tüketmiş olmanız istenecektir.

Bu araştırmaya toplam 20 gönüllü alınacaktır. Her gönüllünün çalışmaya ayırması gereken toplam süre 12 gün olup, çalışmaya katılmayı kabul etmeniz halinde bu süre içerisinde laboratuvarı 3 kez ziyaret etmeniz gerekecektir. Çalışmamızda katılımcılar, bütün testlerimizin gerçekleşeceği Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde, 1 kez RAST'ın alıştırma testine ve 2 kez de RAST testine katılacaklardır.

### **Muhtemel risk ve rahatsızlıklar**

Vücut ağırlığı ve boy uzunluğu ölçümlerinde kullanılacak yöntemlerin herhangi bir riski bulunmamakta ve size rahatsızlık vermemektedir.

Vücut kompozisyonunuzun belirlenmesi için kullanılacak olan DXA ölçümü sırasında, alacağınız radyasyon dozu çok düşük miktarda gerçekleşecek olup herhangi bir sağlık sorunu oluşturması beklenmemektedir. Bu ölçüm sırasında alacağınız radyasyon miktarı, bir göğüs röntgeninde aldığınız radyasyon miktarının 1/40'ı kadardır.

Sodyum sitratın ve plasebo (sofra tuzu)'nun sizden istenen miktarda tüketilmesinin sağlığınız için bir yan etkisi bulunmamaktadır. Sodyum sitrat tüketimini takiben bazı bireylerde sodyum sitrat kullanımına bağlı olarak hafif düzeyde sindirim sistemi rahatsızlıkları (mide bulantısı vb.) görülebilmektedir. Bu rahatsızlıkları yaşama durumunuz supplement kullandığınız günlerde günlük olarak Gastrointestinal Rahatsızlık Saptama Ölçeği ile takip edilecektir.

Test sırasında yorgunluk hissedebilirsiniz, kalp atım hızınız artar, nefes nefese kalabilir ve yoğun şekilde terleyebilirsiniz. Bunlar teste verilen olağan yanıtlardır.

Testten sonra geçici olarak kendinizi bitkin hissedebilirsiniz. Testin tamamlanmasını takiben 10-15 dk içerisinde kendinizi tekrar normal hissedeceksiniz.

Parmaktan kan örnekleri alımı sırasında parmak ucunuzda iğne batmasına bağlı olarak çok az miktarda acı hissedebilirsiniz. Kan alımı esnasında hijyen kurallarına uyulacak, bir başkası için kullanılmış malzeme kesinlikle sizin için kullanılmayacaktır.

Bu çalışmada yer aldığınızda, tekrarlı sprint performansının değerlendirilmesinde kullanılan toplam sprint sürenizi, en yüksek (zirve), ortalama güç değerlerinizi, yorgunluk indeksinizi ve en iyi sprint sürenizi, DXA yöntemi ile bölgesel ve toplam vücut kompozisyonu analizinizi ve besin tüketim kayıtlarınızın analiz sonuçlarınızı öğreneceksiniz. Çalışmanın başarılı bir şekilde sonlandırılması ve olumlu sonuçlar elde edilmesi halinde gerek antrenman gerek müsabaka sırasında yararlanabileceğiniz bir ergojenik destek yöntemi hakkında deneyim elde etmiş olacaksınız.

Bu çalışmaya katılmanız halinde sizden herhangi bir ücret istenmeyecek ve çalışmaya katıldığımız için de size ek bir ödeme (yol masrafları hariç) de yapılmayacaktır.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Katıldığımız takdirde çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılma hakkına da sahipsiniz. İsteğinizin yanı sıra çalışma süresince çalışmaya devam etmenize engel bir hastalık/sakatlık geçirmeniz halinde de katılımınızı sonlandırabilirsiniz. Ayrıca çalışmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edilirse, bu durumlarda zamanınızda bilgilendirileceğinizi teyit ederiz.

Araştırmaya katılmanız halinde sizden elde edilen tüm bilgileri araştırmacı ve sizin dışınızda kimse bilmeyecek, bu bilgiler sadece eğitim ve araştırma amacı ile kullanılacaktır. Bu araştırma sırasında, size ait bilgilerin gizliliğine, büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılabilecektir. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımını sırasında ve araştırma sonuçlarının yayınlanması halinde kişisel bilgileriniz ihtimamla korunacaktır. Gönüllü olur formunu imzalamanız halinde etik kurulun, araştırma sonuçlarının orijinal kayıtlarına doğrudan erişimine izin vermiş sayılacaksınız ancak bilgileriniz gizli tutulmaya devam edilecektir.

Daha öncesinde sonuçların bilinmesinin bir yararı olmadığından sonuçlar hemen rapor edilmeyecektir. Çalışmanın bitiminde isterseniz sonuçlarınız hakkında size bilgi verilecektir. Çalışma sonunda kullanılan ürünlere erişim hakkına sahipsiniz.

Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak istediğiniz veya herhangi bir sorunla karşılaştığınız takdirde sorumlu araştırmacı Doç. Dr. Ş. Nazan KOŞAR'a ....., yardımcı araştırmacılardan Dilara KURU'ya ..... numaralı telefonda günün 24 saatinde ulaşabilirsiniz.

### **Katılımcının/Hastanın Beyanı**

Doç. Dr. Ş. Nazan KOŞAR, yardımcı araştırmacılar, Dyt. Dilara KURU, Dyt. Derya Canan KORUR, Ar. Gör. Dyt. Selin AKTİTİZ, Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL, Dr. Öğr. Üyesi Süleyman BULUT ve Prof. Dr. A. Haydar DEMİREL tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler yazılı ve sözlü olarak bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim. Bu araştırmaya katıldığımda araştırmacılar ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak, araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim. Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme (yol masrafları hariç) yapılmayacaktır.

Çalışmaya bağlı doğacak sağlık sorunları ile karşılaştığımda hangi araştırmacıyı, hangi telefon ve adresten arayacağımı biliyorum.

**Sorumlu Araştırmacı**

Doç. Dr. Ş. Nazan KOŞAR

**Yardımcı Araştırmacı**

Dilara KURU

Bu formu imzalayarak aşağıdakileri kabul ettiğimi beyan ederim.

1. Araştırmanın amacı aşağıda ismi yer alan araştırmacı tarafından bana açıklandı
2. Bu çalışmaya katılımım tamamen gönüllüdür
3. Sorduğum sorular yeterli düzeyde yanıtlandı
4. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Araştırmanın amacını ve bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. İstediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Araştırma kapsamında alınan biyolojik örneklerimin sadece yukarıda bahsi geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum.

<b>Katılımcı</b>	<b>Görüşme tanığı</b>	<b>Araştırmacı</b>
Adı, soyadı:	Adı, soyadı:	Adı, soyadı:
Tarih:	Tarih:	Tarih:
Tel.	Tel.	Tel.
İmza	İmza	İmza

### EK-3: Demografik Bilgi ve Antrenman Geçmişi Formu

**Katılımcı No:** .....

**Tarih:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Lütfen sorularda bırakılan boşlukları doldurunuz veya size uygun olan seçeneği “çarpı” işareti (X) ile işaretleyiniz. Zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

#### SPOR GEÇMİŞİ

1. Spora kaç yaşında başladınız? ..... yaş
2. Spor branşınızı yazınız.....
3. Bu spor branşında kaç yıldır antrenman yapıyor/müsabakalara katılıyorsunuz?  
..... yıl
4. Lisanslı olarak müsabakalara katıldığınız ikinci bir spor branşı var mı? Cevabınız ‘Evet’ ise hangi branş olduğunu belirtiniz.  
( )Evet .....  
( )Hayır
5. Son bir yıldır haftada ortalama kaç saat antrenman yapıyorsunuz?  
.....saat /hafta
6. Haftada ortalama kaç gün antrenman yapıyorsunuz?  
..... gün/hafta
7. Günde ortalama kaç saat antrenman yapıyorsunuz?  
.....saat/gün
- 8.Yaptığınız antrenmanın türü nedir ?  
.....

### EK-4: Fiziksel Aktiviteye Hazır Olma Anketi

**Katılımcı No:** .....

**Tarih:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Yaş:** .....

**Boy:** ..... **Vücut Ağırlığı:** .....

Lütfen aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak durumunuza uygun seçeneği işaretleyiniz.

1. Doktorunuz kalbinizle ilgili bir sorunuz olduğunu ve ancak doktor kontrolü ile fiziksel aktivite/egzersiz yapabileceğinizi söyledi mi?	Evet	Hayır
2. Fiziksel aktivite sırasında göğsünüzde ağrı hissettiğiniz oldu mu?	Evet	Hayır
3. Geçen ay fiziksel aktivite yapmadığınız durumlarda göğüs ağrısı hissettiniz mi?	Evet	Hayır
4. Baş dönmesi veya bilinç kaybı nedeniyle dengenizi yitirdiğiniz oldu mu?	Evet	Hayır
5. Doktorunuz kan basıncınız veya kalbiniz için ilaç tavsiye etti mi?	Evet	Hayır
6. Fiziksel aktivitenizi etkileyecek/değiştirecek kemik veya eklem probleminiz var mı?	Evet	Hayır
7. Fiziksel aktiviteye katılmamanız için herhangi bir nedeniniz var mı?	Evet	Hayır
8. Sigara kullanıyor musunuz?	Evet	Hayır
9. Şeker hastalığınız var mı?	Evet	Hayır
10. Kronik başka bir hastalığınız var mı?	Evet	Hayır
11. Düzenli olarak kullandığınız bir ilaç var mı?	Evet	Hayır



**EK-5: RAST Takip Çizelgesi**

**Katılımcı No:** ..... **Tarih:** ...../...../..... **Saat:**.....

<b>TAMAMLANAN SPRINT</b>	<b>SPRİNT ZAMANI (saniye)</b>	<b>BORG (6-20)</b>	<b>GÜÇ (Watt)</b>	<b>MAKS. KAH (atım/dk)</b>	<b>ORT. KAH (atım/dk)</b>
<b>1. Sprint</b>					
<b>2. Sprint</b>					
<b>3. Sprint</b>					
<b>4. Sprint</b>					
<b>5. Sprint</b>					
<b>6. Sprint</b>					
<b>TOPLAM (s)</b>					
		<b>1.Sprint</b>		<b>4.Sprint</b>	
<b>1.Maks (s)</b>		<b>0-10m</b>		<b>0-10m</b>	
		<b>10-25m</b>		<b>10-25m</b>	
<b>2.Maks (s)</b>		<b>25-35m</b>		<b>25-35m</b>	
		<b>2.Sprint</b>		<b>5.Sprint</b>	
<b>Maks.KAH (atım/dk)</b>		<b>0-10m</b>		<b>0-10m</b>	
		<b>10-25m</b>		<b>10-25m</b>	
		<b>25-35m</b>		<b>25-35m</b>	
<b>Ort.KAH (atım/dk)</b>		<b>3.Sprint</b>		<b>6.Sprint</b>	
		<b>0-10m</b>		<b>0-10m</b>	
		<b>10-25m</b>		<b>10-25m</b>	
<b>Din.KAH (atım/dk)</b>		<b>25-35m</b>		<b>25-35m</b>	

**EK-6: RAST Kan Analizi Takip Formu****Katılımcı No:** ..... **Tarih:** ...../...../..... **Saat:**.....

<b>1. RAST / 2. RAST</b>					
	<b>Dinlenik</b>	<b>1.dk</b>	<b>3.dk</b>	<b>5.dk</b>	<b>7.dk</b>
<b>Laktat (mmol/L)</b>					
<b>pH</b>					
<b>Bikarbonat (mmol/L)</b>					
NOT:					

### EK-7: Besin Tüketim Kaydı Formu

**Katılımcı No :..... Tarih/gün:..... Antrenman/Dinlenme Günü:.....**

<b>ÖĞÜNLER</b>	<b>HANGİ BESİNLERİ/ YEMEKLERİ TÜKETTİNİZ?</b> (Miktarı ile birlikte yazınız. Örneğin: 5 adet orta boy siyah zeytin, 2 dilim hindi füme, 1 orta boy kase mercimek çorbası, 8 yemek kaşığı kadar bulgur pilavı, 200 gram haşlanmış tavuk, 6 adet orta boy köfte, 50 gram kadar çiğ badem, 1 adet anamur muzı vb.)	<b>HANGİ İÇECEKLERİ TÜKETTİNİZ?</b> (Miktarı ile birlikte belirtiniz. Örneğin: 1 su bardağı süt, 1 çay bardağı çay (2 küp şekerli), 400 ml kadar portakal suyu, 1 şişe maden suyu vb)
<b>SABAHA KAHVALTISI Saat:</b>		
<b>Ara öğün Saat:</b>		
<b>ÖĞLE YEMEĞİ Saat:</b>		
<b>Ara öğün Saat:</b>		
<b>AKŞAM YEMEĞİ Saat:</b>		
<b>Akşam yemeğinden sonra ve/veya gece</b>		

### EK-8: Gastrointestinal Rahatsızlık Saptama Formu

Katılımcı No: .....

Tarih: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Lütfen aşağıda belirtilen semptomları bugün içinde yaşama durumunuzu 0 ile 4 (0= Yok, 4=Çok Şiddetli) arasında puanlandırınız.

Gastrointestinal Rahatsızlık Şiddeti	0 Yok	1 Hafif Düzeyde	2 Orta Düzeyde	3 Şiddetli	4 Çok şiddetli
--------------------------------------	----------	-----------------------	----------------------	---------------	----------------------

Zaman (dakika)	30.dk	60.dk	90.dk	120.dk	150.dk	180.dk
Mide bulantısı						
Kusma						
Gaz/ Şişkinlik						
Mide ağrısı						
Mide krampı						
Reflü/ Mide ekşimesi						
İştahsızlık						
Göğüste rahatsızlık						
Erken tokluk						
Rahatsızlık						

**EK-9: Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) Skalası**

Borg Skalası (Algılanan Zorluk Derecesi)	
6	
7	Çok Çok Hafif
8	
9	Çok Hafif
10	
11	Oldukça Hafif
12	
13	Biraz Zor
14	
15	Zor
16	
17	Çok Zor
18	
19	Çok Çok Zor
20	Yorgunluk

## EK-10: Tez Orjinallik Raporu

**TEZ ADI:** Akut sodyum sitrat tüketiminin tekrarlı sprint performansı üzerine etkisi

**ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:** Dilara KURU

**DOSYANIN TOPLAM SAYFA SAYISI:** 69

Akut sodyum sitrat tüketiminin tekrarlı sprint performansı  
üzerine etkisi

ORJİNALLİK RAPORU

% <b>4</b>	% <b>4</b>	% <b>0</b>	% <b>1</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>2</b>
<b>2</b>	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>3</b>	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>4</b>	Submitted to Bozok Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>5</b>	<a href="http://lab.hacettepe.edu.tr">lab.hacettepe.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>6</b>	<a href="http://www.icoaef.com">www.icoaef.com</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>

**EK-11: Dijital Makbuz****Dijital Makbuz**

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Dilara Kuru  
Ödev başlığı: Tez kontrol  
Gönderi Başlığı: Akut sodyum sitrat tüketiminin tekrarlı sprint performansı ü...  
Dosya adı: m\_sitrat\_t\_ketiminin\_tekrarl\_sprint\_performans\_zerine\_etkisi...  
Dosya boyutu: 687.83K  
Sayfa sayısı: 69  
Kelime sayısı: 16,826  
Karakter sayısı: 105,778  
Gönderim Tarihi: 10-Haz-2022 07:12ÖS (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 1854385191

T.C.  
SACATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKUT SODYUM SİTRAT TÜKETİMİNİN TEKRARLI SPRINT  
PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Öğrenci KURU

Açık Bilimler ve Teknoloji Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Sümeyra Nettekci KÖKSAL

ANKARA  
2022

**9. ÖZGEÇMİŞ**

<b>I-BİREYSEL BİLGİLER</b>	
<b>Adı Soyadı: : Dilara KURU</b>	



