

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

**DAYANIKLILIK SPORCULARINDA GLİSEROL DESTEĞİNİN
TERMOREGÜLASYONA ETKİSİ**

Mehmet PENSE

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2008**

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

**DAYANIKLILIK SPORCULARINDA GLİSEROL DESTEĞİNİN
TERMOREGÜLASYONA ETKİSİ**

Mehmet PENSE

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
DOKTORA TEZİ**

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

**ANKARA
2008**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne:

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

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Caner AÇIKADA
Hacettepe Üniversitesi



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



Üye : Prof. Dr. Haydar DEMİREL
Hacettepe Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Sevil BAŞOĞLU
Pamukkale Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Ali Murat ZERGEROĞLU
Ankara Üniversitesi



ONAY:

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



Prof. Dr. Hakan Sedat ORER
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Öncelikle beni bu araştırmaya yönlendiren, çalışmanın oluşturulması ve gerçekleştirilmesi açısından araştırma boyunca karşılaştığım sorunlarda yardımını esirgemeyen, aynı zamanda araştırmanın gerçekleştirilmesinde gerekli olan teknik olanakları kullanmamı sağlayan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL'e,

Bu araştırmanın proje aşamasında değerli görüşlerini benimle paylaşıp projenin gerçekleşmesi için gerekli olan Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu laboratuvarlarını ve tüm teknik olanakları sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Caner AÇIKADA'ya,

Çalışmamın maddi gereksiniminin karşılanmasında büyük yardımlarda bulunan, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü Prof. Dr. Yusuf DOĞRUER başta olmak üzere, Selçuk Üniversitesi SÜBAP Koordinatörlüğüne,

Araştırmamın belirli aşamalarında karşıma çıkan sorunların çözülmesinde görüşlerini esirgemeyen ve zamanını ayıran tez izleme komitemde de bulunarak destek veren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Haydar DEMİREL'e

Çalışmamın veri alımlarında ve deneklerin kan ile idrar numunelerinin nakil işlemlerinde, çalışmanın tüm aşamalarında tüm gücünü ve vaktini vererek yardımlarını esirgemeyen Kadir ÇOLAKOĞLU'na,

Araştırma deneklerinin antrenörlüğünü yapan ve ileri görüşü sayesinde bilimsel bir çalışma için sporcularını çalışmamızda kullanmamıza izin veren beden eğitimi öğretmeni Memduh POLAT'a ve sporcularına,

Ve tüm doktora öğrenimim özellikle tez aşaması döneminde, vakit ayıramayıp sürekli ihmal ettiğim halde sonsuz sabır gösteren ve tez yazım aşamamda yardımcı olan değerli eşim Nafiye PENSE'ye ve en değerli varlığım kızım Simay PENSE'ye

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (S.Ü.B.A.P.)

ÖZET

Pense, M. Dayanıklılık Sporcularında Gliserol Desteğinin Termoregülasyon Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Doktora Tezi, Ankara, 2008. Bu çalışmanın amacı; dayanıklılık sporcularında gliserol desteğinin termoregülasyon üzerine etkisini araştırmaktır. Çalışmaya elit düzeyde 9 uzun mesafe koşucusu erkek denek katılmıştır (yaş: $\bar{x} = 18,7 \pm 1,3$ yıl, VB: $\bar{x} = 170,7 \pm 5,2$ cm, VA: $\bar{x} = 58,8 \pm 6,6$ kg, VYY: $\bar{x} = 9,74 \pm 2,58$ %, YVK: $\bar{x} = 52,8 \pm 5,8$ kg). Denekler koşu testlerine girmeden önce giderek artan iş yükü protokolüne uygun VO_{2max} testine alınmışlardır. Denekler koşu evresi testlerine başlamadan 105 dakika önce, sıvı yükleme evresinde; 20 ml.kg⁻¹ VA sulandırılmış Powerade ile karıştırılmış 1.2 gr.kg⁻¹ VA gliserol, 20 ml.kg⁻¹ VA sulandırılmış Powerade ve aspartam ile tatlandırılmış 20 ml.kg⁻¹ VA saf sudan oluşan 3 farklı supplement ilavesi yapılmıştır. Tüm supplementler rastgele sıra ve çift kör protokolü uygulanarak verilmiştir. Koşu testi evresinde ise, VO_{2max} 'ın % 65'ine denk gelen koşu hızında ve % 25-35 arası nem ve $30 \pm 1,8$ °C ortam koşullarında 90 dakika koşu testi yaptırılmıştır. Kan, idrar, termoregülasyon ve kardiyopulmoner sistem parametrelerinin ölçümleri sıvı destek evresi öncesi ve sonrası, koşu evresinin 30 ve 60. dakikaları ve koşu evresi bitimi hemen sonrasında yapılmıştır.

Çalışma bulguları, termoregülasyonu etkileyen parametreler olan vücut iç sıcaklığı, vücut deri üzeri sıcaklığı ve ter atım miktarları üzerinde gliserol desteğinin bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Aynı zamanda gliserol desteğinin koşu performansı üzerinde etkileri olan kan ve idrar parametrelerinde, vücut hidrasyon durumunda, VO_2 , VCO_2 , RER ve KAH'da, algılanan zorluk ve susuzluk düzeylerinde etkisinin olmadığı da gözlemlenmiştir ($p > 0.05$). Bu çalışmanın sonucunda, elit dayanıklılık sporcularında gliserol desteğinin termoregülasyon üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gliserol, hiperhidrasyon, termoregülasyon, ergojenik yardım.
Destekleyen Kurumlar: SÜBAP, Tez Destekleme.

ABSTRACT

Pense, M. The Effect of Glycerol Supplementation on Thermoregulation in Endurance Athletes, Hacettepe University, Institution of Health Sciences, Sport Sciences and Technology Program, Doctorate Thesis, Ankara, 2008. The aim of this study was to investigate the effects of gliserol supplementation on thermoregulation in endurance athletes. 9 elit level male long-distance runner were participated to this study. (age: $\bar{x} = 18,7 \pm 1,3$ yıl, height: $\bar{x} = 170,7 \pm 5,2$ cm, weight: $\bar{x} = 58,8 \pm 6,6$ kg, FFM: $\bar{x} = 9,74 \pm 2,58$ %, LBM: $\bar{x} = 52,8 \pm 5,8$ kg). Before participated the running tests, subjects were taken to VO_{2max} with incremental protocol. In liquid loading phase; 105 minutes before the running test phase, three different supplements, which were 1.2 gr.kg^{-1} BM gliserol which were mixed with Powerade, 20 ml.kg^{-1} BM Powerade which was diluted and 20 ml.kg^{-1} BM ionized water sweetened with aspartam, were given to the objects randomly and by applying double blind protocol. In 90 minute running test phase, with % 25 humidity and $30 \pm 1,8$ °C environment conditions and the running speed was equal to % 65 VO_{2max} . Blood, urine, thermoregulation and cardiopulmoner system measurements were taken before and after liquid support phase, in 30th and 60th minutes of running phase and after running phase.

The results showed that gliserol supplementation had no effect on parameters which affect termoregulation such as body core temperature, body skin temperature and sweat rate. Furthermore, gliserol support had no effect on blood and urine parameters which effect running performance, on body hydration status, on VO_2 , VCO_2 , RER, and HR and in perceived exertion and thirst levels ($p > 0.05$). In conclusion with the results of this study glycerol supplementation had no effects on thermoregulation in elite long-distance runner.

Key Words: Glycerol, hyperhydration, thermoregulation, ergogenic aid.

Supported by S.Ü.B.A.P. Ph. D. Thesis Grant.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
TABLolar DİZİNİ	xv
GRAFİKLER DİZİNİ	xix
FORMÜLLER DİZİNİ	xxii
1.GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	5
1.2. Problem	5
1.2.1. Alt Problemler	5
1.3. Denenceler	6
1.4. Sınırlılıklar	6
1.5. Sayıtlılar	6
1.6. Tanımlar	7
1.7. Araştırmanın Önemi	8

2.GENEL BİLGİLER	9
2.1. Egzersiz ve Hidrasyon	9
2.1.1. Hidrasyonun Değerlendirmesi	9
2.1.2. Hidrasyonun Etkileri	10
2.1.3. Sıvı Yenilenmesi	12
2.1.3.1. Egzersiz Öncesi	12
2.1.3.2. Egzersiz Sırası	13
2.1.3.3. Egzersiz Sonrası	15
2.2. Egzersiz ve Termoregülasyon	16
2.2.1. Uzun Süreli Egzersizlerde Termoregülasyon	16
2.2.2. Isı Dengesi	17
2.2.3. Termoregülatör Kontrol	18
2.2.4. Vücut İç ve Deri Sıcaklığı	20
2.2.5. Uzun Süreli Egzersiz Süresince Isı Kaybı	21
2.2.6. Deri Kan Akışı	21
2.2.7. Terleme ve Terlemede Bireysel Farklılıklar	23
2.2.8. Ter Elektrolitleri ve Kayıpları (Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻)	24
2.2.9. Termoregülasyonun Fizyolojisi	25
2.2.9.1. Hipotalamusun Rolü	25
2.2.10. Termoregülasyonu Etkileyen Faktörler	26
2.2.10.1. Egzersiz Ortamı	26
2.2.10.2. Dehidrasyon	28

2.2.10.3. Rehidrasyon	29
2.2.10.4. Hiperhidrasyon	31
2.3. Gliserol	32
2.3.1. Gliserol Hiperhidrasyonu	32
2.3.2. Gliserol Hiperhidrasyonunun Performansa Etkisi	34
3. GEREÇ ve YÖNTEM	37
3.1. Denekler	37
3.2. Sıvı ve Test Evreleri Öncesi Ön Hazırlıklar	38
3.2.1. Uyulması Gereken Durumlar	38
3.2.2. VO_{2max} Belirleme Ölçümleri	38
3.2.3. Uygulanılan Diyet Protokolü	39
3.3. Sıvı Yükleme Evresi	40
3.4. Araştırma Test Ortamı	40
3.5. Koşu Testi Evresi	41
3.6. Verilerin Toplanması	42
3.6.1. Vücut Ağırlığı	43
3.6.2. Boy Uzunluğu	43
3.6.3. Vücut Yağ Yüzdesi	44
3.6.4. Toplam Vücut Suyu, Hücre İçi ve Hücre Dışı Sular	45
3.6.5. Vücut Deri Üzeri Sıcaklığı	46
3.6.6. Vücut İç Sıcaklığı	47
3.6.7. Ter Atım Miktarı	47

3.6.8. İdrar Atım Miktarı	47
3.6.9. İdrar Dansitesi	48
3.6.10. Algılanan Zorluk Düzeyi	48
3.6.11. Algılanan Susuzluk Düzeyi	49
3.6.12. Algılanan Karın Ağrısı Düzeyi	49
3.6.13. Laktik Asit	49
3.6.14. Kan Parametreleri	51
3.6.15. Pulmoner Gazlar ve Solunum Değişim Oranı	52
3.6.16. Kalp Atım Hızı	54
3.7. Verilerin Analizi	55
4. BULGULAR	56
4.1. Vücut Hidrasyon Parametreleri	56
4.2. İdrar ve Kan Parametreleri	61
4.3. Termoregülasyon Sistem Parametreleri	76
4.4. Algılanan Zorluk Düzeyleri ve Kardiyopulmoner Sistem Parametreleri	81
5.TARTIŞMA	94
5.1. Sıvı Desteklerinin Vücut Su Tutumu Üzerindeki Etkileri	94
5.2. Sıvı Desteklerinin Metabolik Parametreler Üzerindeki Etkileri	101
5.3. Sıvı Desteklerinin Vücut Termoregülasyonu Üzerindeki Etkileri	105
5.4. Sıvı Desteklerinin Kardiyopulmoner Sistem Üzerindeki Etkileri	110
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	116
6.1. Sonuçlar	116

6.2. Öneriler	116
KAYNAKLAR	118
EKLER	
Ek 1. Sağlık Formu	
Ek 2. Bilgi Formu	
Ek 3. Katılım Kabul Formu	
Ek 4. Etik Kurul İzni	
Ek 5. Borg Skalası	
Ek 6. Susuzluk Skalası	
Ek 7. Karın Ağrı Skalası	
Ek 8. Antrenman Ve Diyet Sorgulaması	
Ek 9. Veri Toplama Formu	

KISALTMALAR

VO ₂	: Oksijen Kullanımı
VO _{2max}	: Maksimum Oksijen Kullanımı
%VO _{2max}	: VO _{2max} 'ın Kullanılan Yüzde Değeri
VCO ₂	: Karbondioksit Kullanımı
KAH	: Kalp Atım Hızı
La	: Laktik Asit (Laktat)
Hb	: Hemoglobin
Hct	: Hemotokrit
PH	: Plazma Hacmi
%PH	: Plazma Hacmi Yüzde Değişimi
KH	: Kan Hacmi
%KH	: Kan Hacmi Yüzde Değişimi
POsm	: Plazma Ozmolalitesi
KGlz	: Kan Glikozu
İOsm	: İdrar Ozmolalitesi
RER	: Solunum Değişim Oranı
VA	: Vücut Ağırlığı
VB	: Vücut Boyu
VS	: Vücut Sıvısı
ADH	: Anti Diüretik Hormon

CHO	: Karbonhidrat
SUP	: Suplement
SUPÖN	: Suplement Öncesi Dönem
SUPSN	: Suplement Sonrası Dönem
Na ⁺	: Sodyum
K ⁺	: Potasyum
Cl ⁻	: Klor
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
VYY	: Vücut Yağ Yüzdesi
YVK	: Yağsız Vücut Kütlesi
TVS	: Toplam Vücut Suyu
HDS	: Hücre Dışı Su
HİS	: Hücre İçi Su
HAS	: Hücrelerarası Su
GS	: Gliserol + Saf Su
SP	: Sporcu İçeceği + Saf Su
SS	: Saf Su Solüsyonu
TAM	: Ter Atım Miktarı
İAM	: İdrar Atım Miktarı
İD	: İdrar Dansitesi
VDS	: Vücut Deri Üstü Sıcaklığı
VİS	: Vücut İç Sıcaklığı

AZD	: Algılanan Zorluk Düzeyi
ASD	: Algılanan Susuzluk Düzeyi
AKD	: Algılanan Karın Ağrısı Düzeyi
BTPS	: Vücut Sıcaklığı, Basınç, Doygun Hava
STPD	: Standart Sıcaklık, Basınç, Kuru Hava
V_E	: Dakika Ventilasyonu
FE_{O_2}	: Ekspirasyon Havasındaki Oksijen Fraksiyonunu
FI_{O_2}	: İnspirasyon Havasındaki Oksijen Fraksiyonunu
P_{atm}	: Atmosfer Basıncı
P_{H_2O}	: Su basıncı
USG	: İdrar Özgül Ağırlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 2.1.** İnsan termoregülatör kontrol sistemi işleyişinin şematik gösterimi.
- Şekil 3.1.** VO_{2max} ve Koşu Testlerinde Kullanılan Koşu Bandı.
- Şekil 3.2.** Tüm Araştırma Testlerinin Yapıldığı Performans Laboratuvarı.
- Şekil 3.3.** Sıvı Solüsyon Denemelerindeki Evreler ve Süreleri.
- Şekil 3.4.** Her Sıvı Solüsyon Denemesinde Ölçülen Parametreler ve Zamanları.
- Şekil 3.5.** Vücut Yağ Yüzdesi. ve Yağsız Vücut Kütlesi Ölçümlerinde Kullanılan Çok Frekanslı Biyoelektrik İmpedans Cihazı.
- Şekil 3.6.** Deri Üzeri Sıcaklık Ölçümünde Kullanılan 4 Isı Probu ve Veri Toplama Merkezi.
- Şekil 3.7.** Vücut İç Sıcaklık Ölçümünde Kullanılan Pil ve Veri Toplama Merkezi.
- Şekil 3.8.** İdrar Dansite Ölçümünde Kullanılan Refraktometre.
- Şekil 3.9.** Kan-Laktat Ölçümlerinde Kullanılan YSI 1500 Laktat Analizörü.
- Şekil 3.10.** Antekübital Çukurdan Kan Alımı ve Bu Örneklerin Saklandığı Cam Tüpler
- Şekil 3.11.** Solunum Gazlarının Belirlenmesinde Kullanılan Cosmed K_4b^2 Analizörü
- Şekil 3.12.** Kalp Atım Hızlarının (KAH) Belirlenmesinde Kullanılan Telemetrik Sistem.

TABLOLAR DİZİNİ

- Tablo 2.1.** Ilık (28 °C) ve serin (18 °C) ortam sıcaklıklarında 8.5 ile 15 km/saat hızlardaki koşular için tahmini ter atım miktarları.
- Tablo 2.2.** 18 °C derece kuru sıcaklıkta 8.5 ile 10.5 km/saat koşu hızları arasındaki 42 km'lik maraton koşularında saatte 400 ile 600 ml sıvı alımıyla bireylerde meydana gelen tahmini vücut ağırlığı kayıpları.
- Tablo 2.3.** Termoreseptörlerin Vücuttaki Dağılımı
- Tablo 3.1.** Araştırma Denemelerine Katılan Deneklerin Tanımlayıcı İstatistikleri
- Tablo 4.1.** Her Üç Suplement Takviyesindeki VA (kg) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.2.** Her Üç Suplement Takviyesindeki TBW (lt) Ölçümlerinin 5 Farklı Zaman Periyodundaki Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.2.1.** Her Üç Suplement Takviyesindeki HDS (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.2.2.** Her Üç Suplement Takviyesindeki HİS (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.3.** Her Üç Suplement Takviyesindeki İAM (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.4.** Her Üç Suplement Takviyesindeki İD Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.5.** Her Üç Suplement Takviyesindeki İdrar-Sodyum (INa^+) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları
- Tablo 4.6.** Her Üç Suplement Takviyesindeki İdrar-Potasyum Ölçümünün 3 Farklı Zaman Periyodundaki Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

- Tablo 4.7.** Her Üç Suplement Takviyesindeki İdrar-Klor (İCl) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.8.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Kan Hacmi % Değişimi Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.9.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Plazma Hacmi % Değişimi Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.10.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Plazma Ozmolalitesi, Kan Hemoglobin ve Kan Hemotokrit Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.11.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Kan Glikozu Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.12.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Kan-Sodyum, Kan-Potasyum ve Kan-Klor Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.13.** Üç Suplement Takviyesindeki Kan-Laktat Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.14.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Ter Atım Miktarları (ml) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları
- Tablo 4.15.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Vücut Deri Üstü Sıcaklık Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.16.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Vücut İç Sıcaklık Ölçümlerinin Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.17.** Her Üç Suplement Takviyesindeki Algılanan Zorluk, Susuzluk ve Karın Ağrısı Düzeyleri Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.
- Tablo 4.18.** Her Üç Suplement Takviyesindeki VO_2 Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

Tablo 4.19. Her Üç Suplement Takviyesindeki VCO₂ Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

Tablo 4.19.1 Egzersizin 30. dk.'da, Suplementin, Zaman İçindeki VCO₂ Değerlerinin 2'şerli Karşılaştırılmasında Ortalamalar Arası Farklar.

Tablo 4.19.2 Egzersizin 60. dk.'da, Suplementin, Zaman İçindeki VCO₂ Değerlerinin 2'şerli Karşılaştırılmasında Ortalamalar Arası Farklar.

Tablo 4.19.3 Egzersizin 63. dk.'da, Suplementin Zaman İçindeki VCO₂ Değerlerinin 2'şerli Karşılaştırılmasında Ortalamalar Arası Farklar.

Tablo 4.20. Her Üç Suplement Denemesindeki KAH Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

Tablo 4.21. Her Üç Suplement Denemesindeki RER Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

GRAFİKLER DİZİNİ

- Grafik 2.1.** Ortam sıcaklığı ile vücut sıcaklığının değişimi.
- Grafik 2.2.** Ortam sıcaklığı ile vücudun iç bölmesinden deriye olan ısı geçişinin değişimi.
- Grafik 4.1.** Sıvı Yükleme Öncesi, Sıvı Yükleme Sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında VA Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.2.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında ortalama TVS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.2.1.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında ortalama HDS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.2.2.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında ortalama HİS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.3.** Sıvı yükleme sonrası ve Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki İAM'da Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.4.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Koşu Testi Dinlenme Periyotları ve Sonundaki İD Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.5.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Egzersiz Sonundaki İdrar-Sodyum (INa^+) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.6.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Egzersiz Sonundaki İdrar-Potasyum (IK^+) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

- Grafik 4.7.** Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Egzersiz Sonundaki İdrar-Klor Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.8.** Suplement Öncesi- Suplement Sonrası, Suplement Sonrası-90. dk ve Suplement Öncesi-90. dk Dönemleri Arasında Kan Hacmi % Değişim Değerleri.
- Grafik 4.9.** Suplement Öncesi- Suplement Sonrası, Suplement Sonrası-90. dk ve Suplement Öncesi-90. dk Dönemleri Arasında Plazma Hacmi % Değişim Değerleri.
- Grafik 4.10.1.**Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Plazma Ozmolalitesi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.10.2.**Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan Hb Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.10.3.**Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan Hct Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.11.** Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan Glikoz Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.12.1.**Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan-Sodyum Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.12.2.**Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan-Potasyum Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.12.3.**Suplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan-Klor Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.13.** Suplement Öncesi, Sonrası, Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarında ki Kan-Laktat Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.14.** Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarında ki Ter Atım Miktarları Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

- Grafik 4.15.** Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarında ki Vücut Deri Üstü Sıcaklık Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.16.** Supplement Öncesi, Supplement Sonrası ve Egzersiz Süresinin On bir Farklı Zaman Aralığında Vücut İç Sıcaklıklarında Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.17.1.**Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki Algılanan Zorluk Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.17.2.**Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki Algılanan Susuzluk Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.17.3.**Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki Algılanan Karın Ağrısı Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler.
- Grafik 4.18.** Supplement Öncesi, Sonrası ve 90 Dakikalık Koşu Sırasındaki Üçer Dakikalık Periyotlarda Ölçülen VO_2 Değerlerindeki Değişimler.
- Grafik 4.19.** Supplement Öncesi, Sonrası ve 90 Dakikalık Koşu Sırasındaki Üçer Dakikalık Periyotlarda Ölçülen VCO_2 Değerlerindeki Değişimler.
- Grafik 4.20.** Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersizin Üçer Dakikalık Periyotlarında Ölçülen KAH Değerlerindeki Değişimler.
- Grafik 4.21.** Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersizin Üçer Dakikalık Periyotlarında Ölçülen RER Değerlerindeki Değişimler.

FORMÜLLER DİZİNİ

Formül 2.1. Isı dengesinin belirlenmesi.

Formül 3.1. Dört farklı vücut bölgesinden alınan deri üstü vücut sıcaklıklarından ortalama deri üstü sıcaklığın belirlenmesi.

Formül 3.2. Ter atım miktarının belirlenmesi.

Formül 3.3. Plazma ozmolalitesinin ve plazma hacimlerinin belirlenmesi.

Formül 3.4. CosMed K₄b² analizörü ile VO₂ değerlerinin belirlenmesi.

BÖLÜM I

GİRİŞ

Sporda bireysel veya takım düzeyinde başarı sağlamak için sporcular doğal yeteneklerinin ve antrenman yapmalarının dışında legal veya illegal birçok yola başvurumaktadırlar. İlegal yollar, genel olarak “doping” adı altında toplanmaktadır. Bu madde ya da yöntemlerin kullanılması hem sporcuların sağlığını olumsuz olarak etkilemekte hem de spor ahlakına aykırı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, “ergojenik yardımcıları” olarak tanımlanan, sporcuların sağlıklarını bozmadan performanslarında artış sağlayan madde, yöntem ve malzemeler de legal olarak kullanılmaktadır. Ergojenik yardımcıları genel olarak beş grupta sınıflandırılmışlardır. Bunlar; fizyolojik yardımcıları, psikolojik yardımcıları, mekanik ve biyomekanik yardımcıları, besinsel yardımcıları ve farmakolojik yardımcılarıdır (206). Ayrıca ergojenik yardımcıları spor dallarının gereksinimlerine göre değişik amaçlar için de kullanılmaktadırlar. Bunlar; kas kasılması için gerekli yakıt kaynağını geliştirmek, dayanıklılığı geliştirmek, kas kitlesini ve kas gücünü artırmak, egzersiz sırasında oluşacak yorgunluğu geciktirmek, antrenman ve karşılaşma sonrası toparlanmayı hızlandırmak, egzersiz sırasında oluşan oksidanlar, laktik asit gibi maddelerin zararlı etkilerini önlemek ve egzersiz sırasında oluşabilecek dehidrasyonu önlemektir (206). Dehidrasyonu önlemenin yolu da vücut hidrasyon seviyesini normalin altına düşürmeyerek, vücudu öhidrate veya hiperhidrate duruma getirerek hidrasyon durumunu korumaktır.

Hidrasyon durumunun performans üzerindeki etkisi antrenman ve motivasyon gibi etkenlerin yanında göz ardı edilmesine rağmen (45, 98), yapılan çalışmalarda hidrasyon durumunun performansta belirleyici role sahip olduğu gözlenmiştir (6, 52, 95, 121, 139). Sprint ve halter gibi çok kısa süreli yarışmalarda, sporcunun harcadığı eforun çoklu tekrarı veya sporcunun dehidrate durumda yarışa başlaması hariç, sonucun belirlenmesinde hidrasyonun büyük bir rolü olmamaktadır. Uzun süreli yarışlarda ise, sonucun belirlenmesinde hidrasyon önemli rol oynayabilmektedir (45). Bu yarışmalar sırasında sıvı alımı hidrasyonun sürdürülmesinde, termoregülasyonda, dehidrasyonun engellenmesinde ve uygun plazma hacminin sürdürülmesinde yardımcı olmaktadır. Vücut suyundaki azalma;

uzun süreli egzersizler sırasında karbonhidratların mevcut durumu ile elektrolit dengesinin yetersizliği nedeniyle sportif performansta azalma meydana gelmektedir. Performansta bir düşmenin olmaması ve hatta sağlık sorunlarının yaşanmaması için sporcular bir saatten daha uzun süren dayanıklılık yarışlarında sadece su yerine CHO'lu ve elektrolit içerikli sıvılar tüketmelidirler (56).

Son yıllarda, sporcular ve antrenörleri, sıcakta egzersizle özdeşleşen sağlık risklerini ve sportif performans eksikliklerini gidermeye yönelik stratejilere giderek daha fazla ilgi göstermektedirler. Bu durum uluslararası düzeydeki önemli spor olaylarının sıcak çevrelerde yapılmasıyla açıklanabilmektedir. Örneğin 2004 Atina Olimpiyatları boyunca Atina'nın kavurucu yaz sıcağı sporcular için mücadeleye zorluk katmıştır. Bazı olayların zamansal planlamaları bile bu zorluklara yardımcı olmamıştır. Özellikle bisiklet yol yarışları ve bayan maratonu müsabakalarında bu duruma rastlanmıştır. Maraton akşam saat 6'da sıcaklık 34 dereceyken başlamış ve 2 saat sonra sporcular bitiş çizgisine yaklaştıklarında sadece 2 °C derece düşmüştür. 82 bayandan 16'sı yarışı tamamlayamamıştır Bu açıkça göstermiştir ki serinliği korumak yarışmacılar için büyük bir avantaj olabilmektedir. Sıcakta egzersizle özdeşleşen performans eksikliği ve sağlık problemlerini azaltmak için etkili olduğu belirtilen önemli stratejiler; sporcuyla o iklime alıştırmak (154, 204), vücudu soğutmak (18, 105) ve vitamin-mineral destekli veya desteksiz sıvı almak (32, 70) olarak belirtilmiştir. Bu stratejilerle, egzersiz performansı arasında ciddi bir bağın olduğu yapılan araştırmalarla tespit edilmiş ve egzersiz performansını negatif yönde etkileyen faktörlerin başında dehidrasyonun geldiği belirtilmiştir (7, 135, 174).

Gonzales-Alonso (80), yaptığı çalışmada, sıcak bir ortamlarda yapılan egzersiz sırasında deneklerin egzersize farklı vücut iç sıcaklıklarında başlamalarına rağmen bitkinlik noktasına aynı vücut iç sıcaklıklarında ulaştıklarını belirlemiştir. Bundan dolayıdır ki, var olan kritik vücut iç sıcaklığının, yorgunluğu direkt olarak hızlandırıldığı savunulmaktadır. Öncelikli mekanizmaların neler oldukları tam olarak anlaşılmamasına rağmen, kanıtlar aşırı vücut ısısının (hipertermi) beyinsel kan akışını ve metabolizmayı değiştirerek direkt olarak beynin çalışmasına etki ettiğini göstermektedir. Ayrıca kavramsal ve nöromusküler dürtünün seviyesini de düşürmektedir. Bu etkiler kas fonksiyonlarında ve çabanın algısında bir azalmaya yol

açabilmektedirler (36). Vücudun iç sıcaklığının düşük tutulması, metabolik ısı üretiminin sınırını yükseltmekte ve yoğun bir egzersize devam edilemeyecek dönemdeki kritik sıcaklığa ulaşma zamanını uzatabilmektedir (53).

Performansın sürdürülebilmesi için en önemli kriterlerden birisi olan vücut iç sıcaklığını düşük tutmanın yollarından birisi de ter atım miktarının artırılmasıdır. Noakes (157, 158), sıcak ve nemli ortamlarda yapılan uzun süreli yoğun egzersizler sırasında sporcularda ter atım miktarlarının saatte 2–3 litreye kadar çıkabildiğini belirtmektedir. Fakat sporcular atılan ter miktarı kadar sıvı tüketmediklerinden kaybedilen sıvıyı yerine koyamamakta ve dehidrasyona uğramaktadırlar. Dehidrasyonun oluşması da sportif performansın düşmesine neden olmaktadır. Vücut ağırlıklarının % 1'i ile % 3'ü kadar sıvı eksikliği bile, egzersiz performansını, termoregülasyonu ve kardiyopulmoner sistemi zayıflatmaktadır (175, 178). Termoregülatör ve kardiyopulmoner sistemdeki bu zayıflıklar, rektal sıcaklık, kas sıcaklığı (95) ve kalp atım hızı (7), kalp atış hacmi, kardiyak verim (79, 92, 137), ortalama arteriyel basınç (79), ter atım miktarı (61, 173, 185) ve derideki kan akışı (79) olarak belirtilmektedir. Dehidrasyondan olumsuz etkilenen fizyolojik mekanizmaların ise kan hacminin düşmesi, plazma ozmolalitesinin artması ve hücreler arası elektrolitlerde oluşan dengesizlik olarak belirtilmektedir (31, 63, 174).

Yarışma Öncesi ve Yarışma Sırası Hidrasyon Stratejileri

Yarışlardan önceki ve yarışlar sırasındaki hidrasyon stratejileri, terlemenin sebep olduğu sıvı kaybını azaltmak ve sonunda sporcuların dayanıklılık performanslarını geliştirmek amacıyla uygulanmaktadır. Hiperhidrasyonun, genellikle hipohidrasyon/dehidrasyonun neden olduğu fizyolojik olumsuzluklar üzerinde yararlı etkilerinin olduğu belirtilmektedir (11, 74, 87, 147, 150). Amerikan Spor Hekimliği Koleji (4) müsabakalardan 2 saat önce 500 ml su alınmasını önermektedir. Ancak böbrekler fazla sıvıyı en kısa sürede boşaltacağı için alışılmış hiperhidrasyon teknikleri etkili olmayacak, müsabakalardan önce sporcu gastrik rahatsızlık veya sürekli idrar atım ihtiyacı duyacaktır (97). Fazla miktarda su veya sulu elektrolit çözeltiler vererek hiperhidrasyon yaratıp vücuttaki su miktarını

arttırmak için yapılan çalışmalar geçici sonuçlar vermiştir (vücut su oranı kısa bir süre için artmıştır). Fazla miktarda alınan su böbreklerden hızla dışarı atıldığından hiperhidrasyon yaratmak oldukça zor olmaktadır (64). Yarışmalardan önce oluşturulan su hiperhidrasyonun, öhidrasyona nazaran kardiyovasküler ve termoregülatör sistem açısından bir avantaj sağlamadığı gözlemlenmiştir (113). Ancak koşudan önce oluşan hiperhidrasyonun, koşu sırasındaki öhidrasyondan daha etkili bir şekilde rektal sıcaklık (154, 205) ile kalp atım hızını (150, 154) düşürdüğü belirtilmiştir. Moroff (144), sıcak bir ortamda 90 dakikalık yürüyüş sırasında sporcularda egzersiz öncesi oluşturulan öhidrasyonla, yine egzersiz öncesi oluşturulan hiperhidrasyonu karşılaştırmışlardır. Hiperhidrate olan sporcularda ter atım miktarının arttığını, rektal sıcaklığın ve KAH'ın düştüğünü gözlemlerken, öhidrate olan sporcularda bir değişiklik gözlemlenmemişlerdir. Sonuç olarak, hiperhidrate olmuş sporcuların vücut sıvı oranlarının az miktarda yükseldiği görülürken, öhidrate olan sporcuların ise vücut sıvılarının % 1,2 oranında düştüğünü belirlemişlerdir. Bu sebepten koşu sırasında dehidrate olmuş sporcularda, hiperhidrasyonunun oluşturulmasının bir avantaj olabileceğini işaret etmişlerdir (144).

Vücutta su kaybını önleyerek, total vücut suyu miktarını artırmak suretiyle vücut su dengesini sağlamanın bir yolunun da; vücudun tüm bölümlerine girebildiği ve vücutta su tutumunu sağladığı belirlenen gliserol supplementinin, çeşitli içeceklerle (su, meyve suyu, sporcu içeceği) beraber belli bir oranda içilmesi olduğu belirtilmektedir (6, 97, 122, 140, 169). Bu yönde yapılan araştırmalarda; suyun vücuda fazla alınmasının aksine vücuda yeterli miktarda gliserol alındığında, TVS miktarında 250–666 ml artışların olduğu belirlenmiştir (169). Coutts ve diğ. (52) tarafından 3 bayan ve 7 erkek elit sporcu üzerinde yapılan çalışmada, sporculara rastgele yöntemle gliserol ve karbonhidrat yüklemesi yapılmış ve gliserol yüklemesi yapılan atletlerin olimpiyatlardaki performansının daha fazla yükseldiği gözlenmiştir. Murray ve diğ. (146) egzersiz sırasında gliserol tatbik edilmesinin kardiyovasküler ve termoregülatör sisteme olumlu bir etki yapabileceğini kaydederek, ozmotik olarak aktif bir madde olan gliserolün oral olarak verilmesinden sonra vücut suyunun dağıtılmasında önemli etkisinin olduğunu, hepatik ve renal metabolizma sayesinde intravasküler aralıktan yavaş olarak uzaklaştırıldığını bildirmektedirler. Ayrıca

gliserol uygulamasının plazma ozmolaritesini artırdığını, idrar atım miktarını azalttığını ve plazma hacmini genişlettiği (82), egzersizden önce verilen gliserolün egzersiz sırasında vücut iç ısısının azaltılmasında ve terleme hızının artmasında önemli etkilerinin olduğu vurgulanmaktadır (6, 126, 140). Gliserol ile oluşturulan hiperhidrasyon sonrasında kalp atım hızında bir düşmenin olduğu ve dayanıklılık performansının bu düşmeden olumlu yönde etkilendiği de (83, 97, 122) belirtilmektedir.

Günümüze kadar yapılan gliserol hiperhidrasyonu araştırma sonuçları incelendiğinde, egzersiz performansı üzerindeki olumlu sonuçların görülmesinin (6, 52, 82, 97, 122, 126, 140) yanısıra hiçbir olumlu sonucun görülmediği de (99, 114, 115, 116, 124, 204) belirtilmektedir. Diğer yandan bu çalışmaların ortak bulguları incelendiğinde, gliserol hiperhidrasyonunun sportif performans üzerine olan etkisinin metodolojik olarak farklı ve daha kapsamlı yaklaşımlarla incelenmesi gerekliliğidir. Buradan hareketle bu çalışmada, gliserol hiperhidrasyonunun dayanıklılık sporcularında termoregülasyon üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteğinin termoregülasyon üzerinde etkisinin olup olmayacağını araştırılmasıdır.

1.2. Problem

Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteği termoregülasyon parametreleri üzerinde etkili midir?

1.2.1. Alt Problemler

1. Gliserol desteği vücut su tutumunu artıracak mıdır?
2. Gliserol desteği vücut iç sıcaklığını düşürecek midir?

3. Gliserol desteği vücut deri üstü sıcaklığını düşürecektir midir?
4. Gliserol desteği ter atım miktarını artıracak mıdır?
5. Gliserol desteği idrar atım miktarını düşürecektir midir?

1.3. Denenceler

1. Gliserol desteği vücut su tutumunu artıracaktır.
2. Gliserol desteği vücut iç sıcaklığını düşürecektir.
3. Gliserol desteği vücut deri üstü sıcaklığını düşürecektir.
4. Gliserol desteği ter atım miktarını artıracaktır.
5. Gliserol desteği idrar atım miktarını düşürecektir.

1.4. Sınırlılıklar

1. Bu çalışmaya katılan denekler 18 – 22 yaşlar arasındadır.
2. Bu araştırma sadece uzun mesafe koşucusu sporcularda yapılmıştır.
3. Bu araştırma elit erkek sporcularla yapılmıştır.
4. Bu araştırma 28 – 32 °C sıcaklıklar arasında bir ortamda yapılmıştır.
5. Bu araştırmanın deneklerine 1.2 gr.kg.VA⁻¹ gliserol desteği yapılmıştır.
6. Araştırmanın deneklerine 20 ml.kg.VA⁻¹ sulandırılmış spor içeceği ve su verilmiştir.

1.5. Sayıtlılar

1. Bütün denekler aynı koşullarda test edilmiş, laboratuvar koşullarının sabit kaldığı kabul edilmiştir.

2. Araştırmacıların ölçümleri doğru ve titizlikle yaptıkları kabul edilmiştir.
3. Denekler kendilerine daha önce bildirilen ölçümlerden önce yapılması gereken kuralları yerine getirmişler, testten 2 saat önce ENSURE ve 500 ml su içtikleri beyanları ile kabul edilmiştir.
4. Üçüncü sayıtlı doğrultusunda tüm deneklerin ölçümlerden önce vücut hidrasyon durumlarının benzer düzeyde oldukları kabul edilmiştir.

1.6. Tanımlar

Gliserol: İnsan vücudunda üretilen ve düşük konsantrasyonlarda tüm hücrelerin içerisine ve aralarına dağıtılan 3 karbonlu bir alkol metaboliti (5).

Dehidrasyon: Vücut su içeriğinin, aşırı düzeyde azalması.

Hipohidrasyon: Vücut su içeriğinin, normal düzeyden daha aşağılara doğru düşerek, sıvı dengesinin bozulması.

Öhidrasyon: Vücut su içeriğinin normal düzeyde olması.

Hiperhidrasyon: Vücut su içeriğinin, normal dalgalanmaları dışında, aşırı düzeyde fazlalaşması (5).

Rehidrasyon: Vücutta oluşan aşırı su kaybından (dehidrasyon) sonra herhangi bir yolla sıvı takviyesi yapılarak vücudun tekrar normal seviyesine getirilmeye çalışılması (185).

Hipertermi: Vücut sıcaklığının aşırı derecede yükselmesi.

Radyasyon(Işınım): Isının kızılötesi ışınlar şeklinde kazanılması ya da kaybedilmesi.

Kondüksiyon (İletim): Bir vücuttan bir nesneye ısı aktarımı veya termal gradyenler (eğilimler) aracılığı ile bir organizmaya yapılan transfer.

Konveksiyon (Aktarım): Gaz veya sıvı hareketiyle ısı transferi (108, 203).

1.7. Araştırmanın Önemi

Özellikle dayanıklılık sporcularında performansı sınırlandıran faktörlerin başında dehidrasyon gelmektedir. Egzersiz öncesi oluşturulacak su hiperhidrasyonu, egzersiz sırasında dehidrasyonun oluşmasını geciktirmektedir. Ancak egzersiz öncesi sadece suyun alınması ideal bir durum olarak görülmemektedir. Çünkü bu tip sıvı alımları vücuttan çok kısa sürede idrar olarak atılmaktadır. Bu nedenle de sıvı alımından beklenen etkiler azalmaktadır. Diğer yandan (20 ml.kg⁻¹ VA) sıvıyla beraber alınan (1–1,5 gr.kg⁻¹ VA) gliserolle oluşturulan hiperhidrasyon, yalnızca suyla oluşturulan hiperhidrasyonla karşılaştırıldığında, 2–2,5 saat sonrasında ortalama 250–566 ml arasında daha fazla sıvı tutumu sağladığı belirlenmiştir. Dehidrasyonu geciktirme ya da engelleme gücü olan bu strateji, uzun süreli egzersizler sırasında dayanıklılık kapasitesini ve fizyolojik fonksiyonları daha iyi düzeye getirebilmekte ve bir yandan da yüksek ısıda ortaya çıkabilecek rahatsızlık risklerini azaltabilmektedir.

Her ne kadar yapılan çalışmalarda gliserol hiperhidrasyonunun etkileri konusunda farklı görüşler belirtilse de bir ergojenik yardımcı olarak gliserolün sporcu performansı üzerine etkisi konusunda tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Tüm bu görüşler değerlendirildiğinde; bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar, gliserol desteğinin egzersiz sırasında termoregülasyon üzerinde bir etkisinin olup olmadığı, spor içeceği ve su desteklerinden farklı bir avantajının olup olmadığı belirlenebilecektir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. Egzersiz ve Hidrasyon

2.1.1. Hidrasyonun Değerlendirmesi

Günlük su dengesi, su kazanımı ve kaybı arasındaki net farka bağlıdır (101). Su kazanımı, tüketimden (sıvı ve katı) ve üretiminden (metabolik su) oluşurken, su kaybı solunumdan, mide ve bağırsaklardan, böbreklerden ve terlemeden oluşmaktadır. Hücresel metabolizma sırasında üretilmiş olan metabolik su hacminin ($\sim 0,13 \text{ g.kcal}^{-1}$) solunum sırasında kaybedilen suyun hacmine yaklaşık olarak eşit olduğu belirtilmektedir ($\sim 0,12 \text{ g.kcal}^{-1}$) (135). Buradan da su değişimindeki bu dönüşüm toplam vücut suyundaki (TVS) net değişimi ifade etmemektedir. Gastrointestinal sistem kayıpları birey ishal değilse çok daha az gerçekleşmektedir ($\sim 100\text{--}200 \text{ ml}$). Egzersiz ve sıcaklık stresi altında terleme, su kaybı için temel yollardan birini oluşturmaktadır. Böbrekler idrar çıktı miktarını minimum 20, maksimum 1000 ml/saat'e ayarlayarak, su dengesini sağlamaktadırlar (101). Egzersiz ve sıcaklık stresi sırasında hem glomeruler filtrasyon hem de böbreklere kan akışı önemli derecede azalmakta ve idrar atımında azalmayla sonuçlanmaktadır (208).

Uzun süreli egzersizlerde, yeterli miktarda sıvı ve elektrolit tüketildiğinde, su kayıpları genellikle TVS'nin tekrar sağlanması için tamamen yerine konulmaktadır (101). TVS vücut kütlelerinin ortalama % 60'ını oluşturmaktadır fakat bu oran % 45 ile % 70 arasında değişiklikler gösterebilmektedir. Bu farklılıklar esas olarak vücut kompozisyonunun farklılığından kaynaklanmaktadır. Yağsız kütlelerin \sim % 70'ten % 80'e kadar olan bölümü su iken, yağ dokusunun sadece \sim %10'u suyu oluşturmaktadır. Bu su içerikli ilişkiler yaştan, cinsiyetten ve ırktan etkilenmemektedirler. Bu yüzden ortalama 70 kg ağırlığındaki bir insanın vücudundaki su miktarı 31 ile 51 litre arasında değişiklik gösterebilmektedir. Ortalama olarak ise, insan vücudunda 42 litre su bulunmaktadır (101). Antrenmanlı sporcular yüksek kas kütlesi, düşük vücut yağı ve aerobik antrenmanın küçük etkilerine bağlı olarak daha yüksek TVS'ye sahip olabilmektedirler. Bunlara ek olarak karbonhidrat yüklemesi yapılan bireylerde TVS miktarında küçük bir artış

görülebilmekte fakat bu her zaman gözlenen bir durum olmamaktadır (209). Dahası kas glikojeninin artmasıyla vücutta tutulan fazla su (~ 200 ml) önemsiz kalmaktadır (küçük bir kas kütlesi içerisinde 1 gram glikojen ~ 3 ml su içermektedir) (192). Glikojenle bağlı olarak tutulan su, TVS havuzunun bir parçasını oluşturmaktadır.

2.1.2. Hidrasyonun Etkileri

Egzersiz sırasında öncelikle rehidrasyon sağlansa bile bireyler fiziksel aktivite sırasında dehidrate olabilmektedirler ve oluşan sıvı eksiklikleri genel bir sorun olarak görülebilmektedir (29, 148). Bireyler genellikle egzersize normal hidrasyon durumu ile veya dehidrasyon durumunda başlamaktadırlar. Bunun yanında bazı spor branşlarında ise kişi egzersize yine dehidrasyonla başlayabilmektedir. Bunun nedenleri olarakta, iki egzersiz arasında geçirilen dinlenme periyotlarının tam bir rehidrasyonun sağlanması için yeterli olmaması veya başlangıç vücut ağırlığında bir sorunun olması gösterilmektedir. Örneğin siklet sporlarında (boks, güreş) bireyler kilo düşebilmek için bilinçli bir şekilde dehidrate olabilmektedirler (44). Ayrıca bazı bireylerin günde çift antrenman yapmaları veya sıcak havalarda uzayan günlük antrenmanlar da onların bir antrenmandan diğerine sıvı kaybıyla geçmelerine neden olabilmektedir (78). Sodyum klorür kaybıyla orantılı olmayan su kaybı sıcakta yapılan egzersizlerde en sık karşılaşılan durumlardan birisidir. Egzersiz sırasında sodyum klorür kaybının yüksek oranda olması, hücre dışı sıvı hacmini azaltarak hipoozmotik dehidrasyonun oluşmasına sebep olacaktır. Sodyum klorür kaybının yanında daha fazla su kaybı olduğu takdirde de hiperozmotik dehidrasyon meydana gelecektir. Sonuç olarak, oluşabilecek her türlü dehidrasyon, sporcunun fizyolojik fonksiyon ve performansını olumsuz yönde etkileyecektir (178).

Egzersiz stresi sırasında dehidrasyon iç sıcaklıkla, kalp atım hızıyla ve algılanan yorgunluk düzeyiyle ölçülen fizyolojik gerginliği artırmaktadır (178). Vücut su kaybı arttıkça belirli bir egzersizdeki fizyolojik gerginlik de artmaktadır (1, 137, 138, 175). Sıcak ortamdaki % 2'lik bir dehidrasyon aerobik egzersiz ile zihinsel ve algısal performansı düşürmektedir (34, 38, 100). Dehidrasyon seviyelerinin artması aerobik egzersiz performansını daha da düşürmektedir (100). Kritik su kaybı

(çoğu bireyde >2 % VA) ve performans değerindeki azalma çoğu zaman çevre sıcaklığına, egzersizin içeriğine ve bireyin kendine özgü biyolojik karakterine (dehidrasyona bağlı toleransına) bağlı olmaktadır. Bu yüzden bazı bireyler dehidrasyona karşı az ya da çok toleranslı olmaktadır. Aerobik egzersiz performansının düşmesinde soğuk stresi oluşumunda gerçekleşen dehidrasyonun (% 3 VA) ekstra etkileri bulunmaktadır (41). Dehidrasyon (% 3–5 VA) muhtemelen kas gücünü (60, 88, 101) ya da anaerobik performansı (42, 101, 102) düşürmemektedir. Orta düzey dehidrasyonda aerobik egzersiz performansının düşmesine katkıda bulunan fizyolojik faktörler; artan vücut iç sıcaklığı, artan kardiyovasküler gerginlik, artan glikojen üretimi, düşen metabolik fonksiyon ve azalan merkezi sinir sistemi fonksiyonu olarak belirtilmektedir (160, 178, 181). Bu yüzden bulgular göstermektedir ki, bu faktörler aerobik egzersiz performansını düşürmek için izolasyondan ziyade uyum içinde birbirleriyle etkileşim halindedirler (40, 178, 181). Her faktörün relatif katılımı aktivitenin tipine, çevresel koşullara, ısıya uyum durumuna ve sporcunun becerisine bağlanmaktadır. Fakat hipertermi büyük olasılıkla performansta düşüşe neden olmaktadır. Beceri ve taktik uygulamaları içeren algısal ve zihinsel performans, dehidrasyon ve hipertermiden olumsuz yönde etkilenmektedir (93, 170). Azalan algısal ve zihinsel performansta hiperterminin olumsuz etkisinin, orta dereceli dehidrasyondan daha fazla olduğu kanıtlanmıştır (43). Fakat sıcak ortamda yapılan egzersizlerde hiperterminin ve dehidrasyonun birbirleriyle oldukça yakın bir ilişki içerisinde olduğu belirtilmektedir.

Vücut içerisinde suyun tutumunu sağlayan bir takım kombine ajanların fazlaca alımı hiperhidrasyona ulaşılmasını sağlamaktadır (65, 86). Bu su tutumunu sağlayan ajanlar, hipertonic özellikte olmakta ve gliserol karışımlı solüsyonları içermektedirler. Fazlaca sıvı alımı kısa süre içerisinde idrar üretimine neden olmakta (92) ve vücut suyu birkaç saat içinde hızlıca öhidrasyon durumuna gelmektedir (64, 162, 190). Fakat bu sıvı telafi edici mekanizma (idrar üretimi) egzersiz sırasında daha az etkili olmakta ve hiponatremi riski taşımaktadır (208). Benzer bir biçimde bağlayıcı özellikleri yüksek olan hiperhidrasyon ajanlarıyla içeceklerin fazla tüketimi de idrar atım miktarlarını normalden yukarıya çekmektedir. Hiperhidrasyon hiçbir termoregülasyon avantajına sahip olmamasına (115) rağmen daha önce belirtildiği gibi

performansta küçük yararlarla yol açabilmekte (85, 105) ve dehidrasyon oluşumunu erteleyebilmektedir (116).

2.1.3. Sıvı Yenilenmesi

2.1.3.1. Egzersiz Öncesi

Prehidrasyonun amacı fiziksel aktiviteyi öhidrate bir durumda ve normal plazma elektrolit seviyelerinde başlatmaktır. Eğer yeteri kadar içecek ve öğün tüketilirse ve son egzersizden sonra yenilenme için gerekli olan zaman (8 – 12 saat) geçmişse, kişi öhidrate olmaya yaklaşmış olarak görülmektedir (101). Sıvı eksikliğinden dolayı, kişi elektrolit veya sıvı hacmi seviyesinin öhidrasyonu tekrar sağlayabilecek duruma gelebilmesi için yeterince zaman olmayışından yakınıyorsa, daha şiddetli bir prehidrasyon programının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Prehidrasyon programı egzersizin başında görülebilecek sıvı-elektrolit eksikliklerinin düzeltilmesini yüksek bir oranda sağlamaktadır.

Egzersizin başındaki hidrasyona, birey egzersizden en az 4 saat önce başlayarak sıvı tüketimini yavaş yavaş gerçekleştirmelidir ($\sim 5-7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{VA}^{-1}$). Eğer birey idrar üretmiyorsa ya da idrar koyu renkli ya da yüksek yoğunluktaysa, kişinin egzersizden 2 saat önce yine yavaş yavaş sıvı içmeye devam etmesi gerekmektedir. Egzersizden saatler önce oluşan hidrasyonla idrar atımı ve normal değerlere dönmek için egzersize başlamadan önce yeterli zaman kalmaktadır. Sodyum içeren içecekler tüketmek (20–50 mEq/l) ve az miktarda tuzlu kraker ya da öğünlerde sodyum içeren yiyecekler tüketmek susamaya etki edecektir ve harcanan sıvının yerine gelmesini sağlayacaktır (130, 167, 188).

Egzersiz öncesinde, sonrasında ve sırasında sıvının daha fazla tüketilmesini sağlamanın tek yolu sıvının lezzetini artırmaktır. Sıvı lezzeti, sıvının sıcaklığına, sodyum içeriğine ve aroması gibi birçok faktöre dayanmaktadır. İçeceklerin sıcaklıkları 15 ile 21 °C derece arasında olması tercih edilmektedir. Fakat aroma ve bu gibi faktörler kişiden kişiye ve kültürler arasında değişiklikler gösterebilmektedir (5).

2.1.3.2. Egzersiz Sırası

Egzersiz sırasında sıvı tüketiminin amacı, aşırı dehidrasyonu önlemek ve düşünülen egzersiz performansına ulaşılabilmesi için elektrolit dengesindeki ani değişimleri önlemektir. Yerine konan sıvının miktarı ve oranı bireysel terleme oranına, egzersizin süresine ve sıvı tüketebilme olanaklarına bağlı olmaktadır. Eğer fazla derecede dehidrate olacakları düşünülüyorsa, bireyler egzersiz sırasında periyodik bir şekilde sıvı tüketmelidirler (139).

Belirli bir sıvı ve elektrolit miktarının tekrar yerine konmasıyla ilgili bir öneri sunmak zor olmaktadır çünkü egzersizin içeriği (metabolik gereklilikler, süre, kıyafet, malzeme), hava koşulları ve diğer faktörler (genetik geçmiş, sıcağa uyum ve antrenman durumları) kişinin ter oranı ve elektrolit kaybı üzerinde etkili olmaktadır. Tablo 2.1’de farklı vücut ağırlıklarında, farklı hızlarda serin ve sıcak havada koşan bireylerin yaklaşık olarak ter atım miktarları gösterilmektedir (139). Bu ter oranları ~ 0,4 ile -1,8 lt/saat arasında değişmekte ve bireysel ter oranları bu koşulların herhangi birisi için bilinmeyen değişkenlerle normal bir dağılım göstermektedir. Bu yüzden, hava koşuluna uyumla beraber egzersizin bir bölümü sırasındaki ter atım oranlarını tahmin etmek için tüm egzersiz süresince bireylerin VA’daki değişimleri kaydetmeleri gerekmektedir. Sıvı ve elektrolitlerin yenilenmesinde, yaz sezonunda iri bir futbolcu ile minyon bir maratoncu karşılaştırıldığında oldukça farklı stratejilerin geliştirilmesi gerektiği görülmektedir (139).

Tablo 2.1. Ilık (28 °C) ve serin (18 °C) ortam sıcaklıklarında 8,5 ile 15 km/saat hızlar arasındaki koşular için tahmini ter atım miktarları (ml).

Vücut Ağırlığı (kg)	Ortam Sıcaklığı (°C)	8,5 km/saat	10 km/saat	12,5 km/saat	15 km/saat
50	Serin	0,43	0,53	0,69	0,86
	Ilık	0,52	0,62	0,79	0,96
70	Serin	0,65	0,79	1,02	1,25
	Ilık	0,75	0,89	1,12	1,36
90	Serin	0,86	1,04	1,34	1,64
	Ilık	0,97	1,15	1,46	1,76

Ilık ortamda yarışan hızlı ve kilolu koşuculara yüksek oranda, serin ortamda yarışan yavaş ve hafif koşuculara ise düşük oranda, 0,4 – 0,8 lt. saat⁻¹ arası sürede sıvı tüketimleri tavsiye edilmektedir (159). Tablo 2.2’de, 42 km’lik bir maraton koşusunda, değişik hızlarda ve sıcak/soğuk hava koşullarında farklı sporcuların tahmin edilen vücut ağırlığı değişimleri gösterilmektedir. Bu analizin kullanılması, Tablo 2.1’de gösterilen terleme oranlarını ve üç farklı sıvı miktarının verilmesiyle (0,4 ; 0,6 ; 0,8 lt.saate⁻¹) sıvı yenilenme oranlarının belirlenmesini sağlamıştır (139).

Tablo 2.2. 18 °C derece kuru sıcaklıkta ve 8,5 ile 10,5 km/saat koşu hızları arasındaki 42 km’lik maraton koşullarında, saatte 400 ile 600 ml sıvı ilavesi yapılan bireylerde meydana gelen tahmini vücut ağırlık (kg) kayıpları.

Vücut Ağırlığı (kg)	Alınan Sıvı Miktarı (°C)	8.5 km/saat	10 km/saat	12.5 km/saat	15 km/saat
50	400	-0,4	-1,1	-2,0	-2,6
	600	1,6	0,6	-0,6	-1,5
	800	3,6	2,2	0,7	-0,3
70	400	-1,8	-2,3	-3,0	-3,4
	600	-0,4	-1,1	-2,0	-2,6
	800	1,1	0,1	-1,0	-1,8
90	400	-2,6	-3,0	-3,5	-3,9
	600	-1,5	-2,1	-2,8	-3,2
	800	-0,4	-1,1	-2,0	-2,6

Küçük fizikli koşucularda 0,8 lt/saat sıvı tüketimi, aşırı tüketim ile sonuçlanırken (kilo artışı) iri koşucularda ise 0,4 lt/saat sıvı tüketimi aşırı dehidrasyonla (vücut ağırlığının %3’ünün azalması) sonuçlanmaktadır. Açıkça bu tablo bütün koşucular için sadece bir tekrarlı sıvı kazanımı oranı belirlemenin yanlışlığını göstermektedir. Fakat aktivitede kullanılan çok özel uyarılar genel bir yol gösterici olarak uygulanabilmektedirler (139). Tüketilen sıvının içeriği de önemli olabilmektedir. Sıcak havada ağır egzersiz yapanlar için spor içeceklerinin içerikleri konusunda bir rehber sunulmuştur (100). Önerileri bu tarz içeceklerin ~ 20–30 meq/lt arası sodyum, ~ 2–5 meq/lt arası potasyum ve ~ % 5–8 arası karbonhidrat içermesi gerektiği yönündedir (100). Bu farklı bileşenler (karbonhidrat ve elektrolitler) için oluşan gereksinim, çok özel egzersizlerde (yoğunluk ve süre) ve hava durumuna göre değişiklik göstermektedir. Sodyum ve potasyum ter atımında kaybedilen elektrolitlerinin tekrar yerine gelmesine yardımcı olmaktadır. Susuzluk

uyarımı için sodyum yardımcı olurken, karbonhidratlar da enerji sağlamaktadırlar. Bu bileşenler ayrıca sıvı olmayan jeller, enerji barları ve diğer yiyeceklerde de bulunmaktadır (100).

2.1.3.3. Egzersiz Sonrası

Egzersizden sonraki temel amaç herhangi bir elektrolit ve sıvı kaybını tamamen telafi etmektir. Uygulanması gereken şiddet rehidrasyonun tamamlanma hızına ve elektrolit-sıvı kaybının büyüklüğüne bağlı olmaktadır. Eğer yenilenme zamanı ve imkânları izin verirse, normal bir öğün tüketimi ve yeterli miktarda su ile ara öğünler öhidrasyonun düzenlenmesini sağlayacaktır çünkü yiyeceklerin içerikleri, ter kaybından oluşan sodyum eksikliğinin giderilmesini sağlamaktadır (92). Eğer dehidrasyon relatif olarak kısa bir sürede telafi edilirse (12 saatten az) şiddetli rehidrasyon programları başarılı olmuş sayılmaktadır (128, 129, 190).

Sodyum kayıplarının gerekli düzeyde giderilmemesi öhidrasyona ulaşılmasını engellemekte ve aşırı idrar atımına neden olmaktadır (129, 189). Yenilenme süresince sodyumun tüketilmesi, alınan sıvıların tutulmasına yardımcı olmakta ve susamayı tetiklemektedir. Sodyum kayıplarını gidermek su kayıplarını gidermekten daha zor olmaktadır. Spor içecekleri gibi sodyum içeren içecekler bu anlamda yararlı olabilirler fakat birçok yiyecek de gereken elektrolitleri sağlayabilmektedir. Yemeklere konacak normalden biraz daha fazla tuz, sodyum kayıplarının fazla olduğu zamanlarda yararlı olabilmektedirler.

Hızlı ve tam bir dehidrasyon yenilenmesi isteyen bireyler vücut ağırlıklarından kaybettikleri her bir kilo için ~ 1,5 lt su tüketmelidirler (189). İlave edilen hacim aniden fazlaşan sıvı tüketiminden doğan fazla idrar atımını telafi etmek için gerekli olabilmektedir. Bu yüzden sıvılar kısa süreler içerisinde yüksek miktarlarda tüketilmek yerine mümkün olduğunca uzun zaman içerisinde (ve yeterli elektrolitle) tüketilmelidirler (110).

2. 2. Egzersiz ve Termoregülasyon

2.2.1. Uzun Süreli Egzersizlerde Termoregülasyon

Vücuttaki bütün metabolik olaylar ısı üretimine neden olmaktadır ve ısı üretimi de doğrudan enerji metabolizmasıyla bağlantılı durumdadır. Dinlenimde enerji metabolizması düşük seviyede olduğundan enerji ihtiyacı aerobik metabolizmadan sağlanmaktadır. Vücut ağırlığının her kg'ı başına dakikada 4 ml oksijen tüketilmektedir. Bu yüzden ısı üretimi düşük olmaktadır. Sirkadian ritim ve bayanların menstrual sikluslerinden dolayı bireysel farklılıklar olsa da, vücut sıcaklığının belli sınırlar arasında korunmaları gerekmektedir (155). Egzersiz süresince artan enerji ihtiyacı ısı üretimini de artırmaktadır. Basit aktivitelerde (yürüme, jogging vb.) enerji ihtiyacı hız ile birlikte linear bir artış göstermektedir. Sprint ve kısa süreli aktivitelerde metabolik hız çok yükseleceğinden, vücut dokularının bazılarında çok yüksek bir ısı üretimi gerçekleşmekte ve bu yüksek ısı yorgunluktan hemen önce vücut sıcaklığında çok küçük bir değişikliğe neden olmaktadır. Vücutta ısı üretimi ısı kaybının üzerine çıktığında, vücut sıcaklığındaki yükselme artış göstermektedir (18). Uzun süreli egzersizlerde, egzersizin yoğunluğu, egzersizin süresi ve egzersizin yapıldığı çevresel şartlar ısı kaybı ve üretiminde çok önemli etkenler olmaktadır. Vücut sıcaklıklarında küçük çaptaki değişikliklerin dışında bir artma veya azalma meydana geldiğinde sporcunun hem performansı hem de sağlığı olumsuz şekilde etkilenebilmektedir. Ilık ve sıcak hava şartlarında yarışan sporcular için başlıca ısı düzenleme sorunu hipertermidir. Hipertermi serin-nemli ve soğuk iklimlerde gerçekleştirilen uzun süreli koşullarda bir takım sorunlar ortaya çıkartabilmektedir (37).

Sıcaklık oranları, yağış ve rüzgâr durumuna göre bir yarış gününde ya da seneden seneye geniş çapta değişiklikler gösterebilmektedir. Bu sebeple, hava şartlarının belirsizliği koşucuların kapasitelerini tam anlamıyla sergileyebilmelerini engellemektedir. En uygun veriler sıcaklık bakımından her türlü koşullara alıştırmış ve vücut su oranı iyi ayarlanmış koşuculardan alınmaktadır (182).

Egzersiz sırasında dakikadaki ısı üretimi 75–90 kJ arasında değişiklik göstermektedir. Suyun olmadığı bir ortamda vücut sıcaklığı her 5 ile 7 dakika sürede

1 °C artmakta ve normal vücut sıcaklığı ortalama değeri (36–37 °C) kısa bir süre içinde insan için öldürücü bir noktaya ulaşabilmektedir. Brouns (26), vücut sıcaklığının yükselmesiyle; kas glikojen kullanımında, laktat birikiminde, CHO oksidasyonunda ve karaciğer glikoz çıkışında artışların olacağını, metabolizmadaki bu olumsuz etkilerin de performansta bir düşmeye yol açacağını belirtmektedir.

2.2.2. Isı Dengesi

Uzun süreli egzersizlerde vücut sıcaklığındaki değişiklikler, metabolik enerji (ısı) üretimi ve çevresel faktörlere göre oluşan bir dengeyi yansıtmaktadır.

Isı dengesi formülü, ısı üretimi ve kaybedilen ısı arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır:

Formül 2.1. Isı Dengesinin Belirlenmesi (108)

$$S = M \pm W \pm (R+C) - E$$

S = vücut ısısı depolanma oranı,

M = metabolik enerji (ısı) üretim oranı,

W = mekaniksel iş (konveksiyon (aktaran)),

R+C = radyasyon (ısı yayan) ve kondüksiyon (ileten) enerji değişimleri oranı,

E = buharlaşma kaybı oranı.

Bunların toplamı (ısı deposu) olumluysa ısı kazanımını, olumsuzsa ısı kaybını ifade etmektedir. S pozitif olduğu zaman vücut sıcaklığı artmakta, S negatif olduğu zaman ise vücut sıcaklığı düşmektedir. S sıfıra eşitlendiğinde vücut sıcaklığı sabit kalmakta, bir değişim olmamaktadır (108).

Salt sıfır derece sıcaklıkta bulunmayan tüm nesnelere kızılötesi ışınları yaymaktadır (radyasyon). İnsan vücudu aynı anda ışınlar vasıtasıyla, ısıyı hem yaymakta hem de almaktadır. Vücut sıcaklığı çevresinden yüksek olunca, vücuttan çok büyük miktarda ısı yayılmaktadır. Çıplak bir insan termal bir odada hareketsiz

biçimde durunca, radyasyon toplam ısı kaybının yaklaşık % 60'ını kapsamaktadır (25). Uygun bir oda sıcaklığında, toplam ısı kaybının sadece % 3'ü bu mekanizma tarafından gerçekleşmektedir. Havayla çevrilen derinin ısınma eğilimi içinde olması nedeniyle küçük bir miktar konveksiyon her zaman meydana gelebilmektedir. Sonuç olarak, önemli hava akımı olmaksızın termal bir odaya yerleştirilen şahıs yine de havayla konveksiyon yüzünden ısısının % 15'ini kaybedebilmektedir (25, 90). Buharlaşarak ısı kaybı ise hissedilemeyecek kadar küçük su kaybı ve terlemeden oluşmaktadır. Küçük su kayıpları difüzyon ve devamlı oksijen akımından kaynaklanan su kayıplarından meydana gelmektedir. Diğer taraftan, terin buharlaşması yoluyla oluşan ısı kaybı, terleme oranının düzenlenmesi ile kontrol edilebilmektedir. Antrenmanlı sporcularda 3,5 l/saate ulaşılan terleme oranları gözlenmiştir. Vücut yüzeyinden buharlaşan her mililitre su için 2,43 kJ ısı kaybolmaktadır. Herhangi normal bir ortamda hareketsizken, ısı kaybının % 25'i buharlaşma nedeniyle oluşmaktadır. Bu yüzdeler egzersizin başlamasıyla birlikte değişmekte ve özellikle çevre sıcaklığının vücut iç sıcaklığına yaklaştığı ya da daha yüksek olduğu zamanlarda bu olaya rastlanılmaktadır (25, 77).

2.2.3. Termoregülatör Kontrol

Vücut sıcaklığının düzenlenmesi; davranışsal sıcaklık düzenlemesi ve fizyolojik sıcaklık düzenlemesi olarak ortak iki yolla gerçekleştirilmektedir.

Davranışsal sıcaklık düzenlemesi; yüksek düzeyde motive olan sporcuların önem vermedikleri bilinçli davranışlarla işleyebilmektedir.

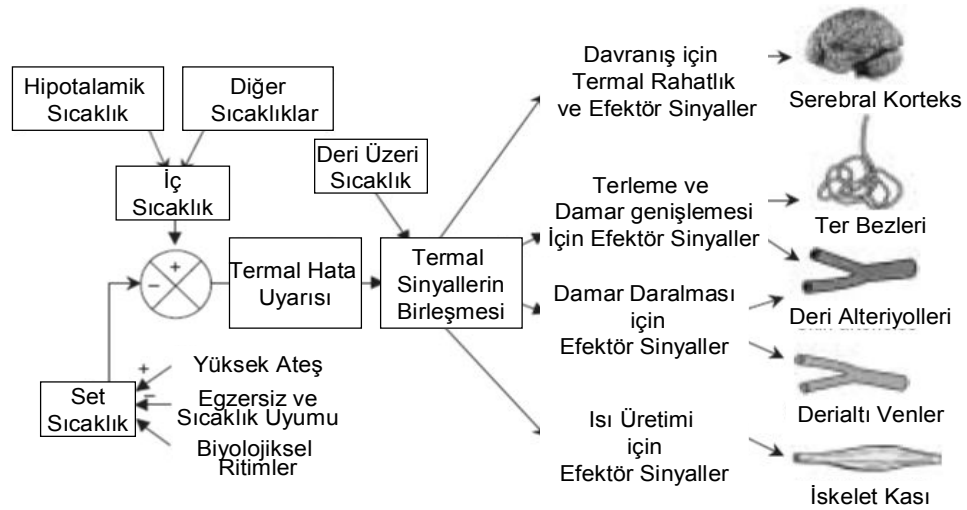
Fizyolojik sıcaklık düzenlemesi ise;

- a- Vücut içinden deriye doğru kan vasıtasıyla giden ısı akışını (R+C ısı kaybı için)
- b- Terlemeyi (ısı kaybı için buharlaşma),
- c- Metabolik ısı üretimini (titreme ya da koşu temposunun değişimi) içermektedir.

Egzersiz sırasında enerji olarak açığa çıkan ısı ve beraberindeki vücut iç sıcaklığındaki artış, ısı kaybını artırmak için güçlü fizyolojik mekanizmaları harekete

geçirmektedir. Bununla birlikte ısı kaybının meydana gelmesi için öncelikle aşırı ısı, vücut içinden deriye taşınmakta, buradan da dış ortama aktarılarak kaybolabilmektedir (91).

Düşük metabolik hızın ve sürekli kan dolaşımının sonucu olarak, aktif olmayan iskelet kasının sıcaklığı 33 ile 35 °C arasında olmaya eğilim göstermektedir. Sonuç olarak, istirahat durumundayken ısı, vücut içinden iskelet kas dokusuna taşınmaktadır. Egzersizin başlamasıyla da ısıda değişiklikler meydana gelmektedir ki, bu değişiklikler; ısı üretiminin artarak kas sıcaklığının da artmasıdır. Isı, bu durum sonrasında kaslardan kana ve sonrasında da vücut içine taşınmaktadır. Vücut içinden deriye taşınan ısının oranına, bu iki sıcaklık (kas ve kan) arasındaki gradyan ve tüm derinin iletkenliği tarafından karar verilmektedir. Değişmez bir iletkenliğin tamamı deri altı yağ tabakasından geçen pasif kondüksiyondan ve deri kan dolaşımı ısı transferi konveksiyonundan oluşmaktadır (151). Metabolik sıcaklık deriye aktarıldığında; radyasyon (ışınım), kondüksiyon (iletim), konveksiyon (aktarım) ve buharlaşma gibi dış ortama karışabileceği birçok yol bulunmaktadır. Şekil 2.1'de (182), sistematik olarak termoregülasyon sistemin işleyişi gösterilmektedir. Termal denge bozulduğunda, vücut içi ya da derideki (ya da her ikisindeki) vücut sıcaklıkları değişecektir. Bu sıcaklık değişiklikleri termal reseptörler tarafından fark edilecektir. Hem cilt hem de vücut içi (beyin, omurga) termal reseptörleri hipotalamik sıcaklık düzenleme merkezlerine afferent sinyaller göndermesiyle, bilgilerin bu merkezlerde incelenmesi gerçekleştirilmektedir. Isı kaybı veya kazanımı cevabı, hipotalamusta ki merkezin referans iç sıcaklık değeri olan 37,1 °C sıcaklığı ile karşılaştırılması neticesinde oluşmaktadır. Termal stres sıcaklık düzenleme sisteminin kapasitesini aşmadığı sürece bu cevaplar ısı dengesini restore etmek için sürekli devam edecek ve vücut sıcaklıklarındaki aşırı değişimi engelleyecektir (182).



Şekil 2.1. İnsan termoregülatör kontrol sistemi işleyişinin şematik gösterimi.

2.2.4. Vücut İç ve Deri Sıcaklığı

Vücut dokusunun spesifik ısısı (sıcaklığı 1°C derece artırmak için 1 kg 'lık dokuya gerekli olan enerji miktarı) yaklaşık olarak $3.5\text{ kJ}\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}$ 'dir. 60 kg 'lık bir koşucu göz önüne alındığında, bu oran vücut sıcaklığındaki her 1°C derecelik artış için 210 kJ 'luk ısı üretimine denk gelmektedir. Isı kaybı olmadığında vücut iç sıcaklığı maratonda henüz 5 km 'lik bir mesafeye ulaşmadan tehlikeli seviyelere gelecektir. Metabolik ısı üretimi egzersizin başlamasıyla beraber hemen artmakta ve bu nedenle de egzersizin başlangıç zamanlarında, ısı üretim oranı, ısı dağılımı oranını aşmaktadır. Bu durum vücut iç sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Vücut iç sıcaklığı arttıkça ısı yayan refleksler harekete geçirilerek ısı depolanma oranı azaltılmaktadır. Böylece vücut iç sıcaklığının daha yavaş bir şekilde artması sağlanmaktadır. Sonuç olarak, egzersiz devam ettikçe ısı dağılımı, ısı üretimini dengelemek için yeterli ölçüde artacaktır. Egzersizin yapıldığı ortam da yeterli ısı kaybı şartlarına uygun ise, vücut iç sıcaklığı dengeli duruma gelecektir (108).

Yarışmacı maratoncular (60 kg) çoğu zaman 1350 W 'den büyük metabolik hızlarda koşarlar (2 saat 10 dakikalık bir sürede). Sonuç olarak, koşucular yarışları vücut iç sıcaklıkları $38,5^{\circ}\text{C}$ dereceden $39,5^{\circ}\text{C}$ dereceye kadar değişen sıcaklık

aralıklarında bitirirler. Fakat vücut iç sıcaklıkları yarış boyunca veya sonrasında 40 °C dereceyi aşabilmektedir (30, 37). Yüksek vücut iç sıcaklıklarını tolere edebilme becerisi biraz da sporcuların deri sıcaklığına bağlıdır, çünkü sıcak deri kan dolaşımında zorlanmaya yol açmakta ve VİS'e olan direnci azaltmaktadır. Bunun yanında tam olarak belirlenemese de antrenman, sıcağa uyum ve genetik faktörler yüksek VİS'e katlanmayı etkileyebilmektedirler (182).

2.2.5. Uzun Süreli Egzersiz Süresince Isı Kaybı

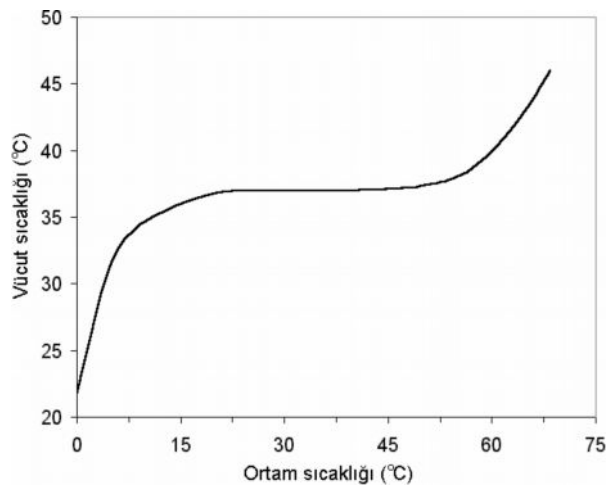
Sıcak ya da serin ortamlarda deriyi çevreleyen geniş çaptaki sıcaklık gradyeni, kuru ısı kaybını kolaylaştırmaktadır. 42 km'lik bir yarış sırasında, yarışmacı sporcuların ürettiği ısı miktarını belirlemek zor olmaktadır. Çünkü koşuda sarf edilen gerçek mekanik verimliliğin hesaplanmasının zor olduğu göz önünde tutulursa düz bir zeminde yapılan koşu sırasındaki fiziksel iş de hesaplanamayabilir. Örnek olarak; atlet yarışmacıların 42 km'lik bir koşuda maksimal mekanik verimlilik için gereken 1350 watt ısının, yaklaşık % 80'ninin ısı depolanmasını önlemek için dağıtılması gerekmektedir. Isı kaybının gerçekleşmesinde en yüksek orana sahip olan terlemede, 1 ml ter buharlaştığında; 2,5 kj ısı kaybı gerçekleşmektedir. Maximum terleme miktarı dakikada 30 ml olabileceğinden, maksimal ısı kaybının da dakikada 75 kj olabileceği belirtilmektedir (26).

2.2.6. Deri Kan Akışı

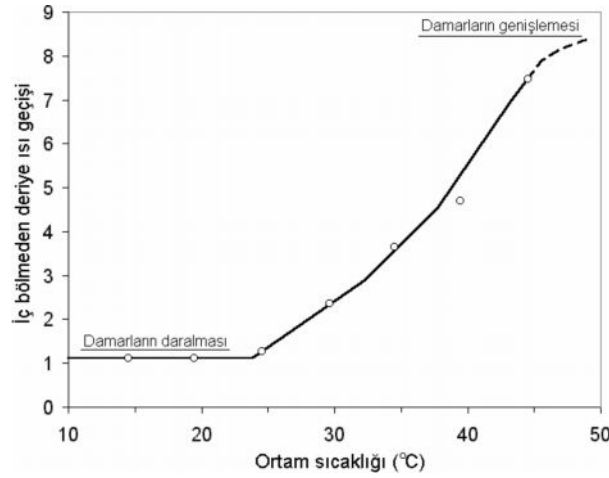
Çevresel şartların vücut sıcaklığı üzerindeki etkisi grafik 2.1'de görülmektedir. Ortam sıcaklığı arttıkça vücut sıcaklığı da artmaktadır. Çok yüksek veya düşük ortam sıcaklıklarında vücut, fizyolojik denetim sistemleriyle ısı dengesini kuramadığından vücut sıcaklıklarında aşırı yükselme veya düşme olmaktadır. Vücut sıcaklıklarındaki artışla kan akış hızının yükselmesi vücudun iç bölgesinden deriye olan ısı akışını etkin bir biçimde artırmaktadır. Grafik 2.2'de ortam sıcaklığı ile iç bölmeden deri tabakasına olan ısı geçişinin değişimi tam vazokonstriksiyon durumu referans alınarak verilmiştir. Tam bir vazokonstriksiyon ile vazodilatasyon durumları

arasında ısı geçişinin yaklaşık 8 kat değiştiği görülmektedir (136). Kuru ısı değişiminde derideki kanın akış koşulları deriye (ortamdaki sıcaklık, nem ve hava akımından etkilenir) ve vücut iç sıcaklıklarına bağlıdır (68, 172). Deri sıcaklığı arttığında, aynı seviyede kuru ısı kaybını oluşturmak için deride daha fazla kan akışına ihtiyaç duyulmaktadır. 36 °C derecelik sabit bir deri sıcaklığında, vücut iç sıcaklığı 38 °C dereceden 39 °C dereceye yükseldiğinde derideki kan akışı yavaşlamaktadır. Bu durum kan basıncının dengelenmesi için gerekli olan deri kan akışındaki sınırlamayla ve aktif kas yapısıyla açıklanmaktadır (81, 149). 20 °C derecelik bir ortamda, 28 °C derecelik bir deri sıcaklığı ve 39 °C derecelik bir vücut iç sıcaklığıyla deri kan akışı dakikada 0,80 lt/dk olmaktadır. Diğer bir örnekte, 10 °C bir ortam göz önünde bulundurulduğunda, 25 °C deri sıcaklığı ve 39 °C'lik vücut içi sıcaklığıyla, derideki kan akışı dakikada 0,63 lt olmaktadır (30).

Ortam sıcaklığı deri sıcaklığıyla aynı derecede olduğu ya da deri sıcaklığından fazla olduğunda, ısı kaybı tamamen terlemeden kaynaklı buharlaşmaya bağlıdır. Maraton koşucularında genellikle saatte 0,5 ile 1,5 litre arasında terleme oranı gözlenmektedir (37). Eğer terlemeden kaynaklı buharlaşma seviyesi % 100'e ulaşmışsa, bu orandaki terlemeden kaynaklı buhar dönüşümü hacmi 340–1000 watt arasında bir ısı enerjisi olarak açığa çıkmaktadır. Uluslararası maraton yarışlarının ılık veya sıcak iklimlerde düzenlenmesine itiraz edilmektedir (127) ve bu nedenle çoğu maraton yarışları daha serin iklim koşullarında gerçekleşmektedir (37). Sonuç olarak, ısı dengesi, kuru ve buharlaşan ısı kayıplarının birleşimiyle sağlanmaktadır.



Grafik 2.1. Ortam sıcaklığı ile vücut sıcaklığının değişimi



Grafik 2.2. Ortam sıcaklığı ile vücudun iç bölgesinden deriye olan ısı geçişinin değişimi.

2.2.7. Terleme ve Terlemede Bireysel Farklılıklar

Ter bezlerinin aktivasyonu, terin derinin yüzeyine saklanmasına neden olmakta, böylece terin içindeki suyu buharlaştırarak ısı kaybını artırmaktadır. Bu ter bezleri vücudun büyük bir bölümünü kapsamış ve parasempatik sinir lifleriyle donatılmışlardır. Ter bezinin parasempatik sinirleri harekete geçirmesi, plazma proteinleri içermeyen ama plazmayı andıran teri ortaya çıkarmaktadır. Sodyum klorür; potasyum, kalsiyum ve magnezyum terin içindeki başlıca elektrolitlerdendir. Ter, ter bezinin kanalları boyunca akarken oluşumu sodyum ve klorürün aktif bir şekilde yeniden emilmesiyle değiştirilmektedir (25, 91). Ter plazma ile karşılaştırıldığında plazmaya göre daha hipotoniktir ve beslenmeye bağlı olarak klorürün yoğunluğu 5 ten 60 mola kadar değişirken, sodyumun yoğunluğu 10 dan 70 mola kadar değişmektedir (3). Sıcakta yüksek yoğunlukta egzersiz yapan sporcular genellikle 1,0-2,5 lt/saat terlemektedirler ama ortam sıcaklığı yüksek olduğunda ter oranının 2.5 lt/saat aşması normal görülmektedir (179).

Egzersiz sırasında ter atım miktarını etkileyen bir takım faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler; egzersizin yoğunluğu ve süresi, çevresel durumlar ile

giyilen kıyafet ve malzemelerdir (33, 71). Bazen bu faktörler sporun içindeki spesifik bir aktiviteye ya da olaya göre belli bir standarda oturtulmuştur (Örn, kapalı bir spor salonunda klimayla sağlanan ısı ya da bir spor takımı tarafından giyilen forma). Buna rağmen çoğu aktivitede katılımcılar arasındaki ter oranlarını etkileyen faktörlerde oldukça fazla değişkenlikler bulunmaktadır (191). Bunların yanısıra ergenlik öncesi çocuklar yetişkinlere oranla daha düşük terleme oranlarına sahiptirler ve değerleri 400 ml.sa⁻¹'ı nadiren aşmaktadır (9).

Belirlenmiş bir aktivitede, vücut ağırlığı (10), genetik yatkınlık, ısıya uyum durumu (177) ve metabolik etkinlik gibi bireysel özellikler terleme oranlarını etkileyecektir. Sonuç olarak, aktiviteler içinde ve arasında bireylerin terleme oranlarında ve toplam ter kayıplarında ciddi farklar meydana gelmektedir ve bazı durumlarda bu farklar belirli bir gündeki aynı olayda da gerçekleşebilmektedir. Örneğin, elit maraton koşucularının daha yüksek terleme oranları olabilmekte fakat benzer toplam ter kayıpları (kısa süreli koşularda) rekreasyonel koşucular için de geçerli olabilmektedir. Bir futbol maçında ter oranları oyuncuların oynadıkları pozisyona ve oyun tarzlarına bağlı olduğu kadar, sahada geçirilen toplam zamana göre de değişiklik göstermektedir (191). Benzer biçimde Amerikan futbolu oyuncuları diğer kros koşucularıyla aynı düzeydeki çevre ortamlarında (sıcaklık ve nem) ve benzer süreli antrenman yapmalarına karşın daha yüksek düzeyde günlük ter kayıp oranlarına ulaşmaktadırlar (78).

2.2.8. Ter Elektrolitleri ve Kayıpları (Na⁺, K⁺, Cl⁻)

Terleme ile oluşan sıvı kaybı ortalama 30 g/dk'dır. Bu 1 saatte 1,8 kg'ı aşabilmektedir. Terleme ile vücudumuzdan sadece su değil aynı zamanda kas kasılmasında çok önemli görevleri olan sodyum (Na⁺), potasyum (K⁺), klor (Cl⁻) gibi elektrolitler de kaybedilmektedir. Bu elektrolitlerden Na⁺ ve Cl⁻ kaybı, K⁺'a göre çok daha fazla olmaktadır (59). Ter içindeki elektrolit kayıpları, kaybedilen toplam ter miktarına ve terdeki elektrolit konsantrasyonuna bağlıdır. Terdeki sodyum yoğunluğu ortalama ~ 35 mEq/l (10–70 mEq/l aralığında) ve genetik yatkınlıklara, beslenmeye, terleme oranına ve ısıya uyum durumuna bağlı olarak değişiklik

göstermektedir (3, 24, 49, 67, 191, 198). Ter konsantrasyonundaki ortalama potasyumun 5 mEq/lt (3–15 mEq/lt aralığında), ortalama kalsiyumun 1 mEq/lt (0,3-2,0 mEq/lt aralığında), ortalama magnezyumun 0,8 mEq/lt (0,2-1,5 mEq/lt aralığında) ve ortalama klorürün ise 30 mEq/lt (5-60 mEq/lt) olduğu belirtilmektedir (26). Cinsiyetin, olgunlaşmanın ya da yaşlanmanın ter elektrolit konsantrasyonları üzerinde belirlenmiş bir etkisi olmamasına rağmen (133), dehidrasyon ter konsantrasyonundaki Na^+ ve Cl^- seviyesini artırabilmektedir (143). Ter bezleri Na^+ ve Cl^- yi tekrar geri emilimini sağlamaktadır. Fakat bu elektrolitleri tekrar geri emilim yeteneğinin ter atım miktarıyla orantılı olarak artmadığı da belirtilmektedir. Sonuç olarak, terleme oranının bir fonksiyonu olarak ter yoğunluğundaki Na^+ ve Cl^- konsantrasyonları artmaktadır (3, 67). Isıya uyum, Na^+ ve Cl^- un tekrar emilim yeteneğini artırmaktadır. Böylelikle ısıya uyum sağlamış bireylerin ter Na^+ oranları (> %50 altında) verilen herhangi bir terleme oranı için daha düşük olmaktadır (3).

2.2.9. Termoregülasyonun Fizyolojisi

2.2.9.1. Hipotalamusun Rolü

Metabolik sıcaklık deriye aktarıldığında, vücuttaki ısı kaybı, damar genişlemesi ve terleme nedeniyle büyük ölçüde hızlanmaktadır. Beyin üzerindeki birçok uyarım ve fonksiyon bozukluğu ile ilgili yapılan çalışmalar, hipotalamusu en yüksek seviyede ısı düzenleme yetisine sahip sinirsel bir yapı olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar büyük miktarda ısıya duyarlı sinir hücresi olduğunu ve hipotalamusun çekirdeğinde üçte biri kadar soğuğa duyarlı sinir hücresi bulunduğunu kaydetmişlerdir (47). Bu ısıya duyarlı hücreler beyine giden kanın sıcaklığını etkili bir biçimde izleyebilmekte ve böylece vücut iç sıcaklığındaki değişiklikleri saptayabilmektedirler. Vücut iç sıcaklığındaki değişiklikleri belirleyebilmenin yanı sıra, ön lobdaki hipotalamus, vücudun tamamında yer alan termoreseptörler vasıtasıyla (tablo 2.3) omurilik, karınsal iç organlar, ana damarlar ve deriyi de kapsayan afferent (merkeze gönderen) duyuşal uyarılar almaktadırlar. Bu yolla, hipotalamustaki ısıya duyarlı sinir hücreleri, merkez ve merkez dışı sıcaklık bilgilerini birleştirek karşılaştırma yapabilmektedirler. Sonuç olarak, hipotalamus

verilen herhangi bir termal gerilime karşı en uygun ısı düzenleyici tepkiyi başlatabilme yetisine sahiptir (22, 23). Hipotalamustaki birincil ve ikincil süreçlerde, ısı üretiminin ya da kaybının artması için süreçlerin başlatıldığı kritik sıcaklık eşiği 37 °C olarak belirtilmiş ve bütün ısı kontrol mekanizmalarının vücut sıcaklığını bu “ayar noktası”na getirmeye çalıştıkları önemle vurgulanmıştır (14). Bu düzenlenmiş iç sıcaklık düzeyi, vücut sıcaklığının günlük ritmini oluşturmaktadır. Menstrüasyon döneminin etkisi ve vücut sıcaklığının dağıtımı gibi nedenlerden dolayı yaklaşık 1 °C değişebilmektedir (35).

Tablo 2.3. Termoreseptörlerin Vücuttaki Dağılımı (33)

Bölge	Algılayıcı oranı (%)
Baş	21
Gövde	38
Kollar	13
Eller	5
Uyluk	15
Baldır ve ayaklar	8

2.2.10. Termoregülasyonu Etkileyen Faktörler

2.2.10.1. Egzersiz Ortamı

Kas kasılmaları aktif kaslardan kana sonra da vücut içine transfer edilen bir metabolik ısınma üretmektedirler. Takip eden vücut iç ısısının yükselişi vücut içinden deriye, oradan da çevreye yayılımı kolaylaştıran fizyolojik ayarlamaları ortaya çıkarmaktadır. Deri ve çevre arasındaki ısı alışverişi, sıcaklık, nem, hava hareketleri, yer ve hava radyasyonu, giyilen kıyafet biyofiziksel özellikler tarafından yönetilmektedir (68). Konveksiyon ve radyasyon ile oluşan ısı kaybı, derinin ve havanın sıcaklık değişim aralığını koruyuşuna göre değişmektedir. Hava sıcaklığı 36 °C dereceyi aştığında, ısı değişim aralığı korunmaktadır. Vücut konveksiyon ve radyasyon ile ısı vermemesine rağmen almaktadır. Terleme ile ısı kaybı böylece birincil ısı dağıtma yolu olarak görülmektedir. Ter buharlaştığı zaman serinlemeye yardımcı olduğu için, buharlaşmaya bağlı ısı kaybetme potansiyeli, deri ve ortam arasındaki su buharı basıncı aralığı ve cildin üzerindeki hava akımına bağlı olarak

değişmektedir. Bu demektir ki; havadaki nem oranı düşük olduğunda terleme hızlanacaktır. Diğer yandan, havadaki nem oranı yüksek olduğunda terleme de engellenmiş olacak ve vücudun az miktarda sıcaklık kaybetmesi nedeniyle ter birikecektir (37). Bu nedenle sıcak ve nemli havada egzersiz yapmak, vücutta daha fazla su tutabilmek için çevre şartlarına göre daha yüksek buhar ortamı oluşturarak ısı kaybını en yüksek seviyelere getirmeyi gerektirecektir. Bu durumun gerçekleştirilmemesi egzersizi zorlaştıracak ve sıcak hastalığına yakalanma riskini artıracaktır (203). Çevresel ısı stresi yükseldiğinde buharlaşarak serinlemek için terlemeye çok daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Futbol forması gibi kalın ya da hava almayan kıyafetlerin seçimi ve sıcak ortamda yapılan egzersiz, hem ısı stresini (131) hem de buharlaşarak serinleme gerekliliğini oldukça artırmaktadır. Benzer bir biçimde çok soğuk havada giyilen kalın ve hava aldırmayan kıyafetler de beklenmeyen yüksek terleme oranlarına neden olabilmektedir (65).

Aşağıdaki hesaplamalar sıcak havada yüksek yoğunlukta (metabolik hız yaklaşık 1000 W) egzersiz yapan kişilerde buharlaşarak serinlemenin sağlanması için gerekli olan minimum terleme oranını vermektedir. Eğer egzersiz % 20 şiddetinde ise, metabolik enerjinin % 80'i vücutta ısıya dönüştürülmektedir. Böylelikle yüksek yoğunlukta egzersizde ısı depolanmasından kaçınmak için ~ 800 W (0,8 kJ/sn veya 48 kJ/dk veya 11,46 kcal/dk) metabolik enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Gizli ısı buharlaşması 2,43 kJ/gr olduğundan (0,58 kcal/gr) birey ~ 20 gr/dk ($48 \text{ kJ/dk} \div 2,43 \text{ kJ/gr}$ ya da $11,46 \text{ kcal/dk} \div 0,58 \text{ kcal/gr}$) ya da $\sim 1,2$ lt/saat kadar buharlaşmaya ihtiyaç duyacaktır. Eğer çevre daha serinse ve daha fazla kuru ısı kaybına müsaade ediyorsa, gerekli olan terleme oranları daha düşük olacaktır. Eğer salgılanan ter vücuttan akarsa ve buharlaşmazsa, buharlaşarak soğumanın sağlanması için daha fazla terlemeye ihtiyaç duyulacaktır (40, 177). Bunun aksine artan hava hareketi (rüzgâr, hareket hızı) buharlaşmayı kolaylaştıracak ve vücuttan damlayarak kaybolan teri azaltacaktır (40).

2.2.10.2. Dehidrasyon

Vücuttan aşırı düzeyde sıvı ile birlikte elektrolitlerinde kaybedilmesi dehidrasyon olarak tarif edilmektedir. İnsan vücudunda oluşan dehidrasyona karşı bir adaptasyon oluşmamaktadır. Özellikle sıcak ortamda yapılan aerobik egzersiz, düşük dehidrasyon seviyelerinden etkilenmesine karşın, kuvvet ve güce ihtiyaç duyulan performanslarda oluşan az miktardaki sıvı kayıplarından etkilenmemektedir. Bunun yanında yetenek ve karar vermeye dayalı performanslarda oluşacak çok az bir dehidrasyon bile mental fonksiyonu bozarak başarıyı olumsuz etkilemektedir. Dehidrasyonu önlemek için sıvı tüketiminin yapılması gerekmektedir. Bu genelde zor olmaktadır çünkü insan vücut kütlelerinin % 2'si kadar kayba uğrayana dek sıvı alma ihtiyacı hissetmemektedir (179).

Sıvı kayıp miktarları ile performans arasındaki ilişki incelendiğinde (179);

1. Vücut ağırlığının % 2'si kadar bir sıvı kaybı, termoregülatör yetenek kaybına,
2. Vücut ağırlığının % 3'ü kadar bir sıvı kaybı, kas dayanıklılık süresinde azalmaya,
3. Vücut ağırlığının % 6'sı kadar bir sıvı kaybının ise ciddi tıbbi komplikasyonlara yol açabildiği bildirilmektedir.

Dehidrasyon, sıcak havalarda ılık havalardan daha fazla fiziksel çalışma kapasitesinde düşümlere neden olmakta ve ısı düzenleyici sistem, vücudun su kaybindan kaynaklanan düşük egzersiz performansında önemli bir rol oynamaktadır. Dehidrasyon, egzersiz sırasında mide boşalma hızını, derideki ve ekstremitelerdeki kan akışını ve terleme tepkilerini azaltmaktadır (69, 176, 179). Çünkü ter, plazmayla karşılaştırıldığında hipotoniktir ve hiperozmoz (yüksek ozmoz) ile hipovolemi (düşük hacim) durumlarında termal dehidrasyon gerçekleşmektedir. Birçok araştırmacı hiperozmolalitenin, hem terlemeyi ve hem de derideki damar genişlemesini sağlamak için duyarlılığı (vücut sıcaklığında her üniteye değişimin cevabı) etkilemeden, eşik sıcaklığını yükselterek iç sıcaklığı artırdığını rapor etmişlerdir (63, 176, 195). Eşik sıcaklığındaki bu değişimler sık sık sıcak düzenlemedeki dengeleyici sinyal değişikliğinin merkezi sinir sisteminin (MSS) bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Hipotalamik bölümlerin sadece sinir

çalışmalarında, sıcak düzenlemelerindeki ozmotik etkiler, ısıya duyarlı hücrelerdeki hücre dışı sıvı ozmolalitesinin direk etkilerinden dolayı bir aracı olabilmektedir çünkü ısıya duyarlı nöronların hemen hemen yarısı hipertonic bir ortamda onların sinyal oranını düşürmektedir (152, 217). Egzersiz sırasında bir sporcunun iç sıcaklığı, sıcak ve nemli hava ya da dehidrasyon nedeniyle artınca, sıcak hastalığı riski de artmaktadır (203).

2.2.10.3. Rehidrasyon

Sporcular sığağı uyum sağladıklarında, sıvı gereksinimlerinin azalacağını düşünmektedirler fakat sıcak adaptasyonu, terlemeyi daha erken başlatması nedeniyle sıvı gereksinimi daha da artırmaktadır (8). Ayrıca dehidrasyondan sonraki iç sıcaklık tepkileri, adapte olmuş ve olmamış kişiler için aynı düzeyde gerçekleşmektedir. Bu da ısı kaybının verdiği avantajları dehidrasyonun ortadan kaldırdığını göstermektedir (179). Bu nedenle, sıcakta egzersiz yaparken rehidrasyon öncelikli sırada olmalıdır. Rehidrasyonda kullanılacak bir içeceğin sıvı sağlayıcı olarak etkinliğini belirleyen faktörler, içeceğin mideyi terk etme süresine, intestinal emilimine ve sıvının hücre içi ve dışı sıvı bölümlerinde nasıl kaldığına bağlanmaktadır (75).

Mideyi boşaltma oranı mide hacmiyle bağlantılı bir kriterdir. Tüketilen sıvının hacmi ne kadar büyük olursa, mideyi boşaltma oranı da o kadar büyük olacaktır. Bu yüzden hızlı bir mide boşaltımı istendiğinde, sürekli sıvı alımı gerçekleştirilerek mide hacminin yüksek tutulması gerektiği belirtilmektedir (74). Fakat mide hacminin yüksek tutulması, içilen içeceğin kimyasal yapısıyla geçersiz kılınabilmektedir. Örneğin; spor içeceklerine karbonhidrat ilavesi, onun enerji içeriğinden ve ozmolalitesinden kaynaklanan etkiyle mide boşalmasını yavaşlatabilmektedir (27). Enerji içeriğinin ozmolalitesi ile midesel boşaltma üzerindeki etkisini ayırmak amacıyla, araştırmacılar glikoz ve glikoz polimerlerinden oluşan karışımları kullanmışlardır (199).

Mide içerikleri ince bağırsağı boşaltılınca, rehidrasyonun yararlı etkileri meydana gelmeden önce sıvıların emilmeleri gerekmektedir. Çoğu spor içeceği

çalışan kaslar için bir enerji kaynağı olan karbonhidrat içermektedir ki, uygun ozmotik gradyenler üreterek su emilimine katkıda bulunmaktadırlar (118). Glikoz ve sodyum ince bağırsak bağlantı sınırındaki ortak bir zar taşıyıcı tarafından emilmekte ve bu taşıyıcı her glikoz molekülü için iki sodyum molekülü taşımaktadır. Glikoz ve sodyum bu taşıyıcı zar mekanizması yoluyla hücre içine aktarılmaktadır. Sıvı emiliminde ozmotik gradyen üreten bazolateral membran üzerindeki Na-K pompası vasıtasıyla da sodyum dışarı atılmaktadır (145).

Aktif besin taşınmasında spor içeceklerine sodyumun eklenme nedeni, birçok bağırsak taşıyıcı proteinlerinin büyük bir bölümünü harekete geçirerek su ve glikoz emiliminin artmasına katkıda bulunmasıdır. Gisolfi ve diğ. (75) tarafından yapılan bir araştırmaya göre % 6 karbonhidrat yoğunluklu bir çözeltiye 0,25 ve 50 mmol/l sodyum eklenmesi onikiparmak bağırsağında su, sodyum ve glikozun emilimi üzerinde benzer etkiler yapmaktadır. Sadece suyla karşılaştırıldığında, solüsyondaki glikoz bağırsaktaki su emilimini artıran daha önemli bir faktör olarak görünmektedir. Çünkü glikozun tek başına glikoz artı sodyum kadar etkili olduğu belirtilmektedir (75, 123, 163).

Gisolfi ve diğ. (74) tarafından yapılan araştırmalar, % 6'lık karbonhidrat çözeltisine 50 mmol/l'te varan miktarda sodyum ilavesinin sıvı ya da glikoz emilimini önemli derecede değiştirmediğini göstermesine rağmen, sodyumu spor içeceklerine katmak için farklı düşünceler ortaya atılmaktadır. İlk olarak; orta miktarda sodyum kişilerin gönüllü tüketimine katkıda bulunacak olan lezzeti sağlamaktadır. İkincisi ve daha da önemlisi; bir sıvı yenilenmesinde sodyumun eklenmesi dehidrasyona yol açabilecek bir egzersizden sonra su tutumuna büyük ölçüde yardım etmesidir. Bu özellikle sporcuların tekrarlı egzersizleri gerçekleştirmek zorunda oldukları durumlarda önemli hale gelmektedir. Sodyum ilavesinin rehidrasyon içeceklerindeki önemi, Maughan ve diğ. (128) tarafından sistematik bir şekilde değerlendirilmiştir. Denekleri sıcakta aralıklı egzersizlerle vücut kütlelerinin % 2'sine denk gelecek şekilde dehidrate ettikten sonra deneklere sıvı kaybının hacim olarak % 150'sine denk bir test içeceği içirmişlerdir. Bu test içeceklerine 0, 25, 50 ve 100 mmol/l miktarlarında sodyum ilave edilmiştir. Denekler sadece, sodyum miktarı 50 mmol/l'ü geçen test içeceklerinde pozitif sıvı dengesinde

kalabilmişlerdir. Bu sonuçlar Shirreffs ve diğ. (187) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla da desteklenmiştir. Shirreffs ve arkadaşları (187), terle birlikte kaybedilen sıvının hacim olarak iki katı bile alınsa, düşük sodyum içerikli (23 mmol/l) bir içecek tüketildiğinde deneklerin pozitif sıvı dengesinde kalamadıklarını açıklamışlardır. 61 mmol/l sodyum içerikli bir içecek, 1,5 saat ve altında bir sıvı kaybı sürecinde tüketildiğinde pozitif bir sıvı dengesinin halen korunmuş olduğunu gözlemlemişlerdir.

2.2.10.4. Hiperhidrasyon

Dehidrasyonun termoregülasyonu aksi yönde etkilemesi, vücuttaki normal sudan daha fazlasının (hiperhidrasyon) termoregülasyon avantajlara sahip olabileceği düşüncesine hız kazandırmıştır. Hiperhidrasyonun, sıcakta termoregülasyona etkileri üzerinde birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, büyük bir çoğunluğunda ciddi dizayn sorunlarının olduğu belirtilmiştir. Bazı araştırmacılar tam tersini bulurken bazıları ise vücutta hiperhidrasyondan sonra egzersiz sırasında düşük iç sıcaklık ve yüksek terleme oranları tespit etmişlerdir (179). Hiperhidrasyon genellikle sadece su içimiyle teşvik edilirken şimdi gliserol çözeltilerinin daha etkili olduğu belirtilmektedir çünkü gliserol vücut su atım oranını azaltmaktadır (180). Lyons (122), bir çalışmada; su denemesi ile karşılaştırıldığında gliserolün oldukça düşük bir iç sıcaklık (0,7 °C), idrar atımında bir azalma ve daha yüksek bir terleme oranı (% 33) belirlemiştir. Montner (140), gliserol hiperhidrasyonunun ılık iklimlerde egzersiz yaparken yorulma süresini uzattığını ancak termoregülatör olarak önemli bir avantaj sağlamadığını bildirmiştir. Bu sonuçlar sıcak stresine maruz kalan deneklerin gliserol kullanarak dayanıklılık zamanını (30'dan 34 dakikaya) uzattığını bulan Latzka'nın (117) çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Fakat öhidrasyon süreciyle karşılaştırıldığında sıcak düzenlenmesinde faydalı etkiler göstermemiştir. Sonuç itibarıyla var olan bu düşünceler, gliserolün egzersiz sırasındaki termal gerginliği azalttığı yolunda olup, bunun yanında verilerle desteklenen bu düşüncelerin çok da sağlıklı olmadığı belirtilmektedir.

2.3. Gliserol

Gliserol 3 karbonlu, tatlı, renksiz, kokusuz ve doğal olarak hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağlardan alınabilen bir çeşit alkoldür. Dinlenik durumda kan-gliserol konsantrasyonu 0,05 mmol/lt iken uzun süreli egzersizler sırasında karbonhidratların azalmasına bağlı olarak 0,5 mmol/lt düzeyine kadar çıkabilmektedir (206). Gliserol hidroskobik bir madde olup, havadaki suyu emmekte ve bu özelliğinden dolayı başta kozmetik sektörü (nemlendirici) olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. 17 °C'de erimekte, 290 °C'de kaynatıldığında ise ayrışarak, su içeren sıvılar içerisinde en iyi çözünme özelliğine sahip bulunmaktadır. Hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağların, yağ asidine ve metal tuzlarına parçalanması işlemi sırasında yan ürün olarak elde edilmektedir. Doğal kaynaklardan elde edilen gliserol kullanım alanları ile karşılaştırıldığında yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı ayrıca petrolden elde edilen bir madde olan propilenden de sentezlenmektedir. Serbest gliserol ise şuruba benzer şekilde oldukça tatlı ve berrak bir özelliğindedir. Yiyecek ürünlerinde ve öksürük şuruplarında da kullanılmaktadır. Gliserol sporcularda hiperhidrasyona ulaşmak amacıyla bir spor supplementi olarak kabul görmektedir (201).

2.3.1. Gliserol Hiperhidrasyonu

Araştırmalar egzersiz öncesinde, dinlenin halindeyken ekstra su veya meyva suyu gibi sıvılarla birlikte, belirlenen miktarlarda gliserol alımının takibinde vücutta hiperhidrasyonun oluşabildiğini ve yalnızca su takviyesiyle oluşturulan hiperhidrasyonda görülen bir takım olumsuz etkilerin (erken idrara çıkma, idrar atım miktarında artış) görülmediğini bildirmişlerdir. Yine yapılan gliserolle ilgili çalışmalar sonucunda, belirlenen miktarlarda verilen gliserolün iyi tolere edilebilirliği, hızlı intestinal emilimi, yavaş metabolik süzülmesi ve su bölmeleri arasındaki düzgün dağılımı gibi etkileri ortaya çıkarılınca, potansiyel bir hiperhidrasyon supplementi olarak görülmüş ve gliserol kullanımını artmıştır. (169). Bu açıklamalar sonucunda gliserol, kan ozmolalitesini yükseltme etkisinden dolayı klinik olarak da başarılı şekilde kullanılmaktadır. Sulu gliserol çözeltisinin daha fazla

sıvı birikmesi sağladığı da kanıtlarla ortaya konulmuştur (64, 83). Yapılan ilk çalışmalarda sadece su alımına kıyasla, gliserol çözeltisi alınarak yapılan çalışmalarda deneklerin vücut su atım oranlarının daha az olduğu kaydedilmiştir (83). Daha sonraki çalışmalarda da bu bulgular desteklenmiştir. Ilık havada 3 saat boyunca egzersiz öncesi gliserol çözeltisi verilmesi, vücutta daha fazla sıvı tutulmasını sağlamıştır (64).

Gliserol hiperhidrasyonu sonucunda TVS'de mutlak bir artış olmaktadır. Gliserol hiperhidrasyonu, TVS'deki artışla orantılı olarak plazma hacminde de az bir büyüme yaratmaktadır (64, 115). Ancak TVS'nin yalnız % 75'i plazmada bulunduğundan 600 ml'lik bir TVS artışı plazma hacmini yaklaşık 45 ml artırmaktadır (hücre içi ve hücre dışı sıvılara eşit dağıldığında). Riedesel ve diğ. (168) kadın ve erkek deneklere farklı dozlarda gliserol vererek (0,5, 1,0 ve 1,5 gr/kg) plasebo ile karşılaştırmışlardır. Yalnız su alan kontrol deneklerine göre gliserolün 4 saat boyunca daha fazla sıvı tutulması sağlayabildiğini belirlemişlerdir. Ratlarda yapılan benzer deneylerde de, % 5'lik gliserol çözeltisi ile % 50 oranında fazla sıvı tutulması gözlemlenmiştir (122). Koenigsberg ve diğ. (109) deneklere 49 saatlik bir süre boyunca farklı miktarlarda gliserol ve su vermesi sonucunda deneklerin uzun süre hiperhidrate hallerini devam ettirebildiklerini gözlemlemişlerdir. Gliserol alınan durum ile kontrol koşulları arasındaki 700 ml'lik bir idrar hacmi farkı gözlenmiştir.

Gliserolün su tutulmasını artırmasındaki etkisinin altında yatan fizyolojik mekanizmalar tam olarak açıklanamamıştır. Bu mekanizmaları belirlemek amacıyla Freund ve diğ. (64) deneklere gliserol verilmesini takiben aynı anda hormonal, renal, vasküler kan ve plazma ölçümlerini almışlardır. Gliserol plazma ozmolalitesini yükseltmekte, bu da genellikle hiperhidrasyona bağlı olarak görülen plazma antidiüretik hormon (ADH) konsantrasyonundaki düşüşü azaltmaktadır. Gliserol hiperhidrasyonu sırasında, su hiperhidrasyonu durumuna göre daha fazla ADH salınımının gerçekleştiği de özellikle vurgulanmıştır. Bunun sonucunda da daha yüksek oranda sıvı tutulması sağlanmaktadır. Fakat bu olayların doğrulanması çoğu araştırmacı tarafından zor olarak değerlendirilmektedir. Freund (64), gliserol hiperhidrasyonunun etkilediği hormonal tepkilerden farklı olarak, gliserolün renal tübüllerde tekrar geri emiliminin, gliserolün sıvı tutulmasını artırmasında etkili

olabileceğini öne sürmüştür. Gliserolün renal tübüllerden geri emilmesi sonucunda, böbreklerin medular toplama kanalındaki gliserol konsantrasyon oranının değiştiğini ve daha fazla suyun geri emilimi sağladığını ileri sürmüştür. Bununla birlikte Freund (64), kan basıncı, glomerular filtrasyon hızı (GFR) ve diğer diüretik hormonlar gibi sıvı düzenleyici mekanizmalarında gliserolün bu sıvı tutma etkisini destekleyeceğini belirtmektedir. Freund (64), gliserol takviyesinin meydana getirdiği plazma ADH konsantrasyonlarında oluşan küçük değişiklikler veya böbrek üzerindeki suyun geri emilimini artıran etkisi yoluyla da fazla suyun atılımını azalttığını belirtmiştir. İdrarla atılan partiküllerin oranı, idrar akış oranından çıkarıldığında suyun ne oranda atıldığı belirlenmektedir. Dolayısıyla da daha yavaş idrar akış oranı görüldüğünden, su hiperhidrasyonuna oranla gliserol hiperhidrasyonunun daha fazla su tutumu sağladığı rapor edilmektedir (117).

Gliserol hiperhidrasyonuyla sağlanan sıvı tutumu; gliserol dozajı, alınan toplam sıvı hacmi, veriliş süresi ve alınan plasebo çözeltisinin çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Robergs (169), gliserol hiperhidrasyonu çalışmalarını incelediğinde; gliserol hiperhidrasyonunun plasebo sıvı alımlarına göre sıvı tutulumunda ortalama olarak 494 ile 729 ml'ye kadar artış sağladığını belirlemiştir.

2.3.2. Gliserol Hiperhidrasyonunun Performansa Etkisi

Hiperhidrasyonun egzersiz kaynaklı sıcaklık stresi sırasında performans üzerine etkili olduğunu ilk kez Blyth ve diğ. (17) gözlemlemiştir. Denekleri 1 lt izotonik tuz + 1 lt su içtikten 30 dk sonra yorulana kadar koşturmuşlardır. Hiperhidrasyonla kontrol grubu hemen hemen aynı sürede yorulmuşlardır (17,3 – 16,9). Ayrıca vücut iç sıcaklığı veya su kaybı arasında önemli bir fark kaydedilmemiştir. Fakat denekler antrene olanlar ve olmayanlar olmak üzere ikiye ayrıldığında, antrene olanlar hiperhidrasyonla daha uzun süre egzersiz yapabilmişlerdir. Aktivite sırasında yeterli miktarda sıvı tüketilmediği takdirde dayanıklılık performansını düşüreceği daha önce yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir (7, 76, 84). Gliserol hiperhidrasyonunun egzersiz öncesi sıvı birikimini artırdığı sonuçları dikkate alındığında, ergojenik faydasının vücut içerisinde daha

fazla sıvı tutumu sağlanması olduğu öne sürülmektedir (52). Walsh ve diğ. (202) bu ilave sıvının, dayanıklılık performansını düşürecek hipohidrasyon seviyelerine erişilmesini geciktirerek sporcunun daha uzun süre egzersiz yapmasını sağlayacağını bildirmişlerdir.

Egzersiz öncesi gliserol alımı hipoglisemiyi geciktirmiş ancak tam olarak engelleyememiştir. Kas glikojenini koruyup dayanıklılık performansını artıramamıştır. Montner ve diğ. (140), gliserol hiperhidrasyonunun ılık havada egzersiz üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini bildirmişlerdir. Rehidrasyonsuz denemelerde gliserol hiperhidrasyonu, su hiperhidrasyonundan daha uzun süreli egzersiz yapmayı sağlamıştır (94 dk–77 dk). Montner ve diğ. (141) egzersiz sırasındaki gliserol hiperhidrasyonu ve egzersiz sonrasındaki gliserol alımı esnasındaki sıvı düzenleme mekanizmalarını ve kardiyovasküler hemodinamikleri incelemişlerdir. Kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında, gliserol hiperhidrasyonu 400 ml'lik ekstra sıvı birikmesi ile kan gliserol konsantrasyonunda ve serum ozmolalitesinde yükselme sağlamıştır. Latzka ve diğ. (115) sıcaklık stresindeki egzersizlerde gliserol hiperhidrasyonun, öhidrasyon ile karşılaştırılmaları sonucunda ise, hiçbir termoregülatör avantaj sağlamadığını belirtmişlerdir. Gliserol hiperhidrasyonun, rektal, özafagus ve deri sıcaklıkları, ter atım miktarı ve kalp atım hızlarında hiçbir olumlu değişim sağlamadığını, su hiperhidrasyonuna kıyasla kayda değer bir fark ortaya koymadığını açıklamışlardır. Sıcaklık stresine rağmen gliserol hiperhidrasyonunun performansı artırdığı hipotezine duyulan ilginin Lyons'un (122) çalışmalarından kaynaklandığı belirtilmektedir. Kendi çalışmalarıyla Lyons ve Montner'in çalışmaları arasındaki farkın denek sayısı olduğunu ve Lyons'un sıcağa uyum sağlamamış, antrenmansız denekler kullanırken kendisinin ve Montner'in antrenmanlı ve sıcağa uyum sağlamış denekler kullandıklarını belirtmiştir (97). Hitchins ve diğ. (97) yaptıkları çalışmalarında, gliserol hiperhidrasyonunun sıcak ve nemli havada bisiklete binme performansını artırdığını gözlemişlerdir. Denekler egzersizden 2,5 saat önce gliserol/CHO spor içecekleri veya bir CHO spor içeceği ile hidrate edilmişlerdir. Gliserol hiperhidrasyonu egzersiz öncesinde TVS'yi 600 ml artırmış, yapılan iş de % 2,4 oranında artmıştır. Grupların tümünde kalp atım hızları, laktat konsantrasyonları, ter atım miktarları ve vücut iç sıcaklıkları benzer bulunmuştur. Latzka ve diğ. (116), hiperhidrasyonun sıcaklık stresi esnasında

performansı iyileştirdiğini açıklamışlardır. Yüksek sıcaklık stresi sırasında deneklere yorulana kadar ağır yürüme egzersizi yaptırılmış, gliserol hiperhidrasyonu dayanıklılık süresini 30 dakikadan, 34 dakikaya yükseltmiştir. Bulunan sonucun su hiperhidrasyonunkinden farklı olmadığını belirtmişlerdir. Kontrol grubundaki denekler egzersizi % 2 oranında dehidrate olmuş halde bitirmişlerdir. Bu şiddette dehidrasyon fizyolojik yükü artırarak egzersiz performansını kötüleştirmektedir. Buna rağmen gliserol kaynaklı hiperhidrasyonun, egzersiz verimini % 5 oranında artırdığını, bu artışın ise kas metabolizmasındaki değişimlerden değil termoregülatör ve kardiyovasküler baskıdaki düşüşten kaynaklandığını belirtmişlerdir. Magal ve diğ. (124), tenisçiler üzerinde gliserol ve su alımının tenis performansındaki etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarını destekler nitelikte sonuçlar bulmuşlardır. Ayrıca orta şiddette hipohidrasyon (< % 3), anaerobik egzersiz performansını olumsuz yönde etkilerken, gliserolün teniste hız ve ısınma ile ilgili hareketlere yönelik hiçbir avantaj sağlamadığını vurgulamışlardır. Marino ve diğ. (126), bisiklet yarışı rekabetine benzer kendinden ayarlanabilen değişen yoğunlukta pedal protokolü ile sıcak havada gliserol hiperhidrasyonunun plasebo ile karşılaştırmalı etkisini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Araştırmaya antrenmanlı, ortalama 21,2 yaşlarında 7 denek katılmıştır. 34,5 °C sıcaklık ve % 63,4 nemde ortalama 4,87 ml.gr.kg⁻¹ VO_{2max} da 60 dakikalık bisiklet ergometresi testi uygulanmış ve algılanan yorgunluk düzeyi, kalp atım hızı, rektal sıcaklık, deri üzeri sıcaklık, ter atım miktarı, algılanan susuzluk düzeyi ile vücut sıvısının hücre içi ve hücre dışındaki dağılımlarına bakılmıştır. Çalışmalarının sonucunda da, Marino ve diğ. (126) yüksek yoğunlukta ve kısıtlıda olsa rehidrasyon içeren egzersizlerde gliserol hiperhidrasyonunun termoregülatör yarar sağlamadığı ve egzersiz performansını iyileştirmedeğini rapor etmişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Denekler

Bu araştırmaya elit düzeyde uzun mesafe koşusu yapan 9 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Deneklerin tanımlayıcı istatistikleri tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Araştırmaya katılacak tüm deneklerin, sağlık kontrolleri (Tam Kan, EKG, Akciğer röntgenleri) Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Erişkin Hastanesinde yapılmıştır. Ayrıca her deneğin sağlık geçmişlerini sorgulayan bir form da uygulanmıştır (Ek1) (45). Sağlık açısından bir sorunu olmayan denekler araştırmaya alınmışlardır. Testlere başlamadan önce deneklere araştırma ile ilgili tüm yöntem, test ve olabilecek riskler, yazılı (Ek 2) ve sözlü olarak bilgi formunda bildirilmiştir (45). Denekler araştırmaya gönüllü katıldıklarına dair bir belge onaylamışlardır (Ek 3) (45). Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için 14.10.2005 tarih ve LUT 05/74–7 nolu karar ile Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulundan gerekli izin alınmıştır (Ek 4).

Tablo 3.1. Araştırma Denemelerine Katılan Deneklerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	n	\bar{x}	$\pm Ss$
YAŞ (yıl)	9	18.67	1.32
VA (kg)	9	58.58	6.61
BOY (cm)	9	170.67	5.20
VYY (%)	9	9.74	2.58
YVK (kg)	9	52.83	5.78
VO_{2max} (ml/kg)	9	63.94	3.04

3.2. Sıvı ve Test Evreleri Öncesi Ön Hazırlıklar

Test ölçümleri 2007 yılı nisan-mayıs ayları içerisinde, sabah 9.00 – 14.00 saatleri arasında olmak üzere her gün 1 denek alınarak laboratuvar ortamında yapılmıştır. Ölçümler yaklaşık 6 hafta içerisinde tamamlanmıştır. Çalışma süresince incelenen değişkenlerin etkilenmemesi için denekler antrenman programına ara vermişler ve verilen beslenme programlarına uymuşlardır. Her denek test-retest VO₂max testi ve 3 kez de sıvı solüsyon deneme testleri olmak üzere toplam 5 ayrı teste tabi tutulmuşlardır.

3.2.1. Uyulması Gereken Durumlar

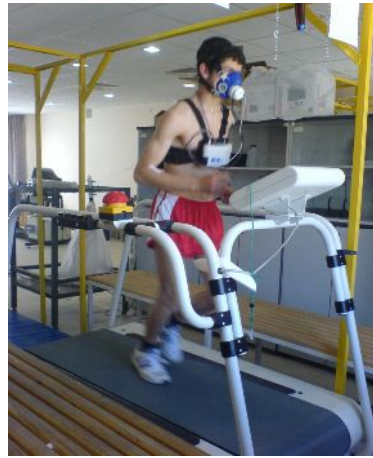
Çalışmanın yapılması sırasında deneklerin düzenli antrenmanlarını yapmalarına izin verilmiştir. Fakat her denemenin 24 saat öncesinde herhangi bir fiziksel aktivite yapmamışlardır. Buna ek olarak her denemenin 72 saat öncesinde herhangi bir alt bacak kuvvet antrenmanı yapmamışlar ve deneme öncesi her gece aynı saatlerde uyumuşlardır. Denekler ilk deneme öncesi içtikleri ve yedikleri besinleri not etmişler ve diğer iki deneme öncesinde de benzer besinleri tüketmişlerdir. Yine denemelerden önceki gün denekler alkol, kafein, tütün ve ilaç gibi diüretik ve keyf verici maddeleri kullanmamışlardır.

3.2.2. VO₂max Belirleme Ölçümleri

VO₂max testi koşu bandında (Woodway) giderek artan iş yükü protokolüne göre yapılmıştır. Denekler 6 km/saat hızda ve 0 derece eğimde 3 dakika ısındıktan sonra, aşağıda belirtilmiş olan protokole göre test gerçekleştirilmiştir (96). VO₂max testinde, testi bitirme kriterleri 220-yaş, KAH_{max}, solunum değişim oranının (RER) 1,1'den yükseğe çıkması, laktat konsantrasyonunun 8 mmol/L'den yüksek değerlere çıkması olarak belirlenmiş (210) veya deneğin kendi isteğiyle test sonlandırılmıştır.

Protokolde her 3 dakikalık koşu süresi 1 evreyi oluşturmakta ve her evrenin bitiminde koşu bandı hızı 1 km/saat (8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22)

hızlandırılmaktadır. Test sırasında deneklerin üzerlerine yerleştirilen breath the breath sistemiyle analiz gerçekleştirebilen CosMed K₄b² analizörü ile (Bkz. şekil 3.1) VO₂, VCO₂ ve RER ölçümleri yapılmıştır. Test sırasındaki en yüksek VO₂ değeri VO_{2max} değeri olarak kabul edilmiştir. Aynı test 3 gün sonra tekrarlanmış ve iki test arasındaki en iyi VO_{2max} değeri alınarak deneklerin VO_{2max}'ları belirlenmiştir. Sporcuların 90 dakika süresince koşacakları VO_{2max}'ın % 65'ine denk gelen koşu hızları, VO_{2max} değerlerinin 4. dereceden eğrilere oturtularak interpolasyon yöntemiyle belirlenmiştir.



Şekil 3.1. VO_{2max} ve Koşu Testlerinde Kullanılan Koşu Bandı

3.2.3. Uygulanılan Diyet Protokolü

Sıvı solüsyon denemelerinin yapılacağı gün deneklerin teste girmeden önceki beslenme durumları ve hidrasyon durumlarının aynı düzeyde olabilmesi için sabah uandıktan sonra kahvaltı yerine her bir deneğin 500 ml tıbbi amaçlı beslenme ürünü (ENSURE) içmeleri sağlanmıştır. Bu uygulama, ortaya çıkabilecek test öncesi hidrasyon, hormonal ve metabolik durum farklarını en aza indirebilmek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca bu sırada her deneğin 500 ml su içmeleride sağlanmıştır.

3.3. Sıvı Yükleme Evresi

Deneklere koşu testlerine başlamadan 105 dakika önce, 20 ml.kg⁻¹VA sulandırılmış Powerade ile karıştırılmış 1.2 gr.kg⁻¹ VA gliserol, 20 ml.kg⁻¹ VA sulandırılmış Powerade ve aspartam ile tatlandırılmış 20 ml.kg⁻¹VA saf sudan oluşan 3 farklı supplement verilmiştir. Deneklere verilen 3 sıvı solüsyonunda (GS, SP ve SS) aynı tat ve aynı sıcaklıkta (10 °C) olmaları sağlanmıştır.

Deneklerin supplement alımları rastgele sıra ve çift kör protokolü uygulanarak yapılmıştır.

Deneklere verilen toplam solüsyon miktarı 3 eşit hacime ayrılmış ve her 30 dakikada eşit hacimlerden birinin içilmesi sağlanmıştır. 90 dakika süreyle solüsyonun tamamının içilmesi sonrasında, postüral değişimlerin vücut sıvı dağılımı üzerindeki etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla denekler 15 dakika sırt üstü yatmışlardır. Bu 105 dakikalık sıvı yükleme evresinden sonra sıvı yükleme evresinden önce yapılan ölçümler aynı şekilde tekrar edilmiştir.

Sıvı yükleme evresinde denekler aynı sıcaklıktaki (30 ± 1,8 °C) bir ortamda ve günün aynı saatlerinde (09⁰⁰-10⁴⁵) sıvı solüsyonlarının her 3'ünde içmiştir. Her denek 3'er gün ara ile 9 gün içerisinde bu sıvı solüsyonları rastgele bir şekilde içerek testlere katılmıştır. Deneklerden birinin tüm sıvı denemeleri bittikten sonra diğer deneğin ölçümlerine geçilerek tüm deneklerin ölçümleri tamamlanmıştır.

Deneklere rehidrasyonun vücut sıvı dengesine yapmış olduğu pozitif yöndeki etkilerin gerçekleşmemesi için, her solüsyon verilisi bittikten sonraki zaman içinde ve test başladıktan sonraki dinlenme aralıklarında hiçbir sıvı ve katı madde verilmemiştir.

3.4. Araştırma Test Ortamı

Araştırmanın yapıldığı H.Ü. Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu performans laboratuvarında bulunan merkezi ısıtma sistemine ek olarak kurulan klima sistemi yardımıyla ısıtılmıştır. Bunun yanında ortamdaki nem oranının

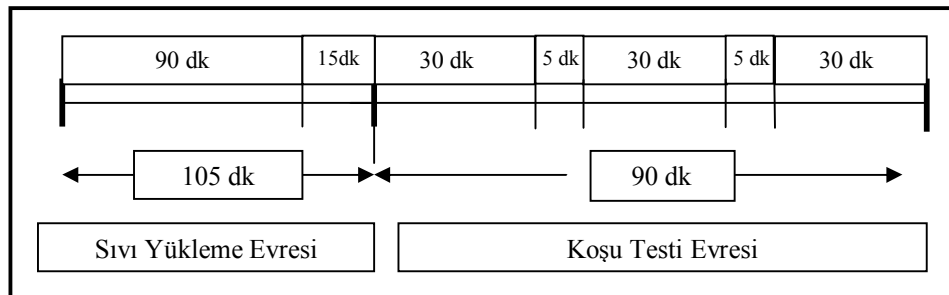
yükseltilebilmesi içinde 2 adet buhar makinası kullanılmıştır. Bu düzenlemeler sonucunda tüm testler $30 \pm 1,8$ °C sıcaklık ve % 25–35 arası nemde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Tüm Araştırma Testlerinin Yapıldığı Performans Laboratuvarı

3.5. Koşu Testi Evresi

Sıvı yükleme evresi sonrasında ikinci ölçümlerin yapılmasının ardından denekler belirlenen $VO_{2 \max}$ 'ın % 65'ine denk gelen koşu hızında 90 dakika süre ile bu tempoyu bozmadan koşmuşlardır. Bu 90 dakikalık koşunun 30 ve 60. dakikalarında 5 dakika dinlenmeleri sağlanmış ve bu 5 dakikalık aralarda tüm ölçümler üçüncü ve dördüncü kez tekrarlanmıştır. 90 dakikalık testin bitiminin hemen ardından tüm ölçümler beşinci ve son kez alınmıştır.



Şekil 3.3. Sıvı Solüsyon Denemelerindeki Evreler ve Süreleri

3.6. Verilerin Toplanması

Testler araştırmacı tarafından her sporcuya, yarışma sezonu içerisinde (Nisan-Mayıs) üç kez uygulanmıştır. Her test 3'er gün aralıkla yapılmıştır.

Ölümlerin çok hızlı bir şekilde alınması gerektiğinden (5 dakika içinde), gerçekleştirilen 5 ölçümde de aşağdaki ölçüm istasyonları kullanılmıştır. Verilerin toplanmasında istasyon sıralamasına kesinlikle uyulmuş ve ölçümler tamamlanmıştır.

I. İstasyon: Koşu bandının durdurulmasının hemen ardından, VO_2 , VCO_2 , RER, KAH ve VİS ölçümleri için, $K_4B^{2^}$ 'ye, polar saate ve CorTemp'e marker konulması.

II. İstasyon: Deneklere algılanan yorgunluk, susuzluk ve karn ağrısı düzeylerinin skalalardan sorulması.

III. İstasyon: Dört farklı bölgeye deri problarının yerleştirilip 30 saniye beklendikten sonra VDS ölçüm değeri alınması. Bu 30 sn içinde ayrıca kulak memesinden ve parmak ucundan alınan kan örneklerinden kan laktat ve kan glikoz ölçümlerinin yapılması.

IV. İstasyon: İAM'nin ölçümü için, deneğın paravana arkasında ölçülü kaba idrarının tamamını yapması. İdrar elektrolit ve idrar gliserol değeri belirlenmesi için yapılan idrardan 2'şer ml'lik örneklerin alınarak -40^0C 'da saklanması. Ayrıca 1 damla idrarla, idrar dansite değeri belirlenmesi.

V. İstasyon: TAM ve VA'nın ölçümü için, deneğın tüm vücudunun kurulanması ve paravan ardında hassas terazide tamamen çıplak bir şekilde vücut ağırlığının ölçülmesi.

VI. İstasyon: Sert bir tahta zemin üzerine denekleri yatırarak TVS, HDS ve HİS miktarlarının belirlenmesi.

VII: İstasyon: Son olarak oturur pozisyonda ön kola takılan sonda marifetiyle uzman bir hemşirenin kan örneklerini alması. Bu kan örneklerinin 3 farklı ve belirlenmiş cam tüplere alınarak, kan elektrolitlerinin, hb ve het'nin, plazma ozmolalitesi, plazma hacmi ve kan gliserol değeri belirlenmesi için laboratuvara nakli ve -40^0C saklanması.

Deneklerin tüm parametre ölçümleri sıvı yükleme evresi öncesi ve sonrası, koşu testinin 30 ve 60. dakikalarındaki dinlenme periyotları ile koşu testi sonrasında yapılmıştır. Bu zaman periyotlarından farklı olarak VİS ölçümleri sıvı yükleme evresi öncesi ve sonrası ile koşu testinin her 10 dakikasında, VO₂, VO₂, KAH ve RER ölçümleri ise, sıvı yükleme evresi öncesi ve sonrası ile koşu testinin her 3 dakikasında yapılmıştır (Bkz.şekil 3.4).

Vücut Ağırlığı	X	X		X		X		X		X	
İdrar Ölçümleri	X	X								X	
İdrar Dansitesi	X	X		X		X		X		X	
Kan Ölçümleri	X	X								X	
Kan Glikoz	X	X		X		X		X		X	
Kan Laktat	X	X		X		X		X		X	
Ter Atım Miktarı				X		X		X		X	
Deri Üstü Sıcaklık	X	X		X		X		X		X	
Vücut İçi Sıcaklık	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
AZD-ASD-AKD				X				X		X	
VO ₂ -VO ₂ -KAH- RER	X	X		Her 3 Dakikada						X	
	0	105	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Sıvı Yükleme Evresi		Koşu Testi Evresi								

Şekil 3.4. Her Sıvı Solüsyon Denemesinde Ölçülen Parametreler ve Zamanları.

3.6.1. Vücut Ağırlığı (VA)

Deneklerin vücut ağırlıkları, ± 10 gr. hassasiyetle ölçüm yapan bir baskül (BASTER E150) ile tamamen çıplak olarak (her yapılan ölçüm öncesi tamamen kurularak), dik ve karşıya bakar pozisyonda ölçülmüştür.

3.6.2. Boy Uzunluğu (BU)

Deneklerin boy uzunlukları, ± 1 mm. hassasiyetle ölçüm yapan bir Stadiometre (HOLTAIN Ltd. UK) ile sıvı solüsyonlarının verilmesinden önce spor

kıyafetleriyle (şort ve atlet), çıplak ayakla, baş frankfort düzlemine getirildikten sonra derin bir inspirasyonun ardından başın verteks noktası ile ayak arasındaki mesafe santimetre cinsinden boy uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

3.6.3. Vücut Yağ Yüzdesi (VYY %)

Vücut Yağ Yüzdesi ve Yağsız Vücut Kütlesi ölçümlerinde çok frekanslı (Body Stat 4000) Biyoelektrik İmpedans (BİA) cihazı kullanılmıştır.

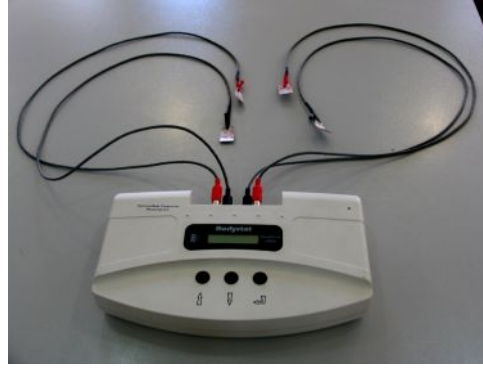
BİA cihazı, alternatif akım kaynağı, akım girişini sağlayan ve voltajı algılayan elektrot çiftleri matematiksel impedans ölçüm sisteminden oluşmaktadır. Body Stat 4000 dört elektrotludur. Voltaj algılayıcı elektrotlardan biri el bileğindeki styloid çıkıntının ortasına diğeri ise ayak bileğindeki malleoli kemiğinin ortasına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Akım kaynağı elektrotlar ise el ve ayakta sensör elektrotlardan 5 cm distale ayakta 3. metatorso-phalangeale elde ise 3. metacarpophalangeal'e gelecek biçimde yerleştirilmiştir. Elektrik akımı vücutta iletken materyaller vasıtası ile iki elektrot arasında akar. Elektrik akımını taşıyan bu iletken vücut bileşenleri sodyum potasyum gibi katyonlardır. Bu iletken materyaller kan ve idrarda yüksek, kaslarda orta, kemik, yağ ve havada düşük oranda bulunurlar. Elektrik akımı daha çok taşıyıcılığı yüksek olan materyaller içinden geçer. Gövde gibi vücudun geniş kısımlarında akıma rezistans düşük iken, ön kol gibi bölümlerde nispeten daha yüksek bir rezistans vardır. BİA'da rezistans 250 ohm ve reaktans bu değerlerin sadece % 10'u gibi bir değerdir. Bu nedenle Z (impedans) değeri ve R (rezistans) değerleri birbirine benzerdir. BİA ile ilgili raporların çoğunda Z ve R değerleri birbirleri yerine geçen değerler olarak belirtilir. Ölçümlerde ortalama olarak 800 mA'lık birey tarafından hissedilemeyecek kadar az bir akım uygulanır (89).

BİA hassas elektrotlar arasındaki yol üzerinde ortaya çıkan voltajı ölçer. Bu voltaj el bileğinden ayak bileğine kadar olan mesafe de yükün birimi başına harcanan enerjiyi gösterir. Voltaj veya impedans; kanda, yağda, kasta veya yağsız dokudaki hücre dışı veya hücre içi alanda hareket eden akımın miktarına dair bir bilgi sağlamaz. Ayrıca gene benzer olarak içinden geçtiği vücut kısımlarının hacim veya uzunlukları ile ilgili bilgi vermez. İmpedans ile hesaplanan TVS, YVK veya vücut

yağı arasındaki ilişki biyofiziksel bir anlamlılıktan çok popülasyondaki istatistiksel korelasyonlar temeline dayandırılmıştır (12, 13)

BİA ölçüm sisteminin geçerli ve güvenilir bir ölçüm sistemi olduğu çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir (66, 72, 94). Tüm bu ölçümler;

1. Suplement maddelerin verilmesinden önce (testten 105 dakika önce),
2. Suplement maddelerin verilmesinden 105 dk sonra (testten önce),
3. Egzersiz süresinin 30, 60 ve 90. dakikalarında yapılmıştır.



Şekil 3.5. Vücut Yağ Yüzdesi. ve Yağsız Vücut Kütlesi ölçümlerinde kullanılan çok frekanslı biyoelektrik İmpedans Cihazı (Body Stat 4000).

3.6.4. Toplam Vücut Suyu (TVS), Hücre İçi Suyu (HİS), Hücre Dışı Suyu (HDS)

Toplam vücut Suyu, Hücre İçi Suyu, Hücre Dışı Suyu ölçümlerinde çok frekanslı (Body Stat 4000) biyoelektrik İmpedans cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.5).

Tüm bu ölçümler;

1. Suplement maddelerin verilmesinden önce (testten 105 dakika önce),
2. Suplement maddelerin verilmesinden 105 dk sonra (testten önce),
3. Egzersiz süresinin 30, 60 ve 90. dakikalarında yapılmıştır.

3.6.5. Vücut Deri Üzeri Sıcaklığı (VDS)

Deri üstü sıcaklık ölçümleri vücudun 4 farklı bölgesine yerleştirilen termistörler aracılığıyla yapılmıştır. Bu bölgeler sırasıyla lateral baldır, anterior quadriceps (uyluk), dorsal ön kol, ve göğüs'dür. Elde edilen değerler bir kayıt cihazında (TÜMER) toplanarak ortalama deri üstü vücut sıcaklığı Ramanathan (166) formülü ile belirlenmiştir.

Formül 3.1. Dört farklı vücut bölgesinden alınan deri üstü vücut sıcaklıklarından ortalama deri üstü sıcaklığın belirlenmesi

$$MST = (0.34*t_{\text{chest}}) + (0.33*t_{\text{thing}}) + (0.18*t_{\text{leg}}) + (0.15*t_{\text{lower arm}}), (166).$$

MST = Ortalama deri üstü sıcaklık

t_{chest} = Göğüs bölgesi sıcaklığı

t_{thing} = Üst bacak bölgesi sıcaklığı

t_{leg} = Alt bacak bölgesi sıcaklığı

$t_{\text{lower arm}}$ = Ön kol bölgesi sıcaklığı



Şekil 3.6. Deri Üzeri Sıcaklık Ölçümünde Kullanılan Dört Isı Probu ve Veri Toplama Merkezi.

3.6.6. Vücut İç Sıcaklığı (VİS)

Vücut İç Sıcaklık Ölçümleri, deneklerin her birine supplement maddelerin verilmesinden hemen önce yutturulan radyo dalgası yayan bir pil sayesinde datarecorder de (CorTemp) toplanarak belirlenmiştir (48). Cortemp telemetrik ölçüm sisteminin geçerli ve güvenilir bir ölçüm sistemi olduğu çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir (51, 57, 58, 161).



Şekil 3.7. Vücut İç Sıcaklık Ölçümünde Kullanılan Pil ve Veri Toplama Merkezi.

3.6.7. Ter Atım Miktarı (TAM)

Her bireyin ter atım oranları formül 3.2’de belirtilen formül kullanılarak belirlenmiştir. Bilinçsiz su kaybı (solunum yoluyla) ve solunum sırasında O₂ ile CO₂’nin değişimiyle ilişkili kütle kaybı için dikkate alınmamıştır.

Formül 3.2. Ter atım Miktarının Belirlenmesi

Egzersiz öncesi VA – [egzersiz sonrası VA (mesane boşaltılmış)– egzersiz sırasında atılan idrar miktarı] (6).

3.6.8. İdrar Atım Miktarı (İAM)

Deneklerden idrarlarının tamamını 10 ml. hassasiyette bir ölçülü kaba yapmaları istenmiş ve alınan bu idrarların miktarları kaydedilmiştir. Sonrasında bu

idrarlardan yaklaşık 3 ml'si bir pastör pipeti ile iki ayrı 10 ml'lik ağzı kapaklı cam bir tüpe aktararak, bir tüp sodyum, potasyum elektrolitlerinin Alevfotometresi ile analizleri için H.Ü. Kimya Mühendisliği Analitik Kimya Bölümü laboratuvarına, diğer tüp ise idrar-gliserol değerlerinin belirlenmesi için -20°C de saklanmıştır.

3.6.9. İdrar Dansitesi (İD)

Deneklerin ölçülü kaba yaptıkları idrar örneklerinden, bir pastör pipet vasıtasıyla alınan bir damla idrar numunesi, refraktometre ölçüm camına damlatılarak idrar dansite değerleri ölçülmüştür.



Şekil 3.8. İdrar Dansite Ölçümünde Kullanılan Refraktometre.

3.6.10. Algılanan Zorluk Düzeyi (AZD)

Subjektif algılanan zorluk düzeyi (AZD), fiziksel aktivite sırasında sarfedilen efor, hissedilen stres veya zorlanma ya da fiziksel aktivitenin neden olduğu yorgunluğun subjektif olarak değerlendirilmesi kriterine dayanır ve ferdi olarak algılanan egzersiz şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu araştırmada; algılanan zorluk düzeylerini bireysel olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan “Borg Skalası”, ile değerlendirilmiştir. Borg skalası 15 parçalı (CR-15) bir zorluk algılama ölçeğidir (Ek: 5) (19, 20). Bu skala 0'dan 15' e kadar (0= Ağrı Yok, 15= Çok Ağrıyor) değişik algılama düzeylerinden oluşmaktadır. Bireyler o an hissettikleri ağrı düzeyini, verilen skala kağıdına işaretlemişler ve değerlendirmede buna göre yapılmıştır.

3.6.11. Algılanan Susuzluk Düzeyleri (ASD)

Susuzluk düzeyleri, kişinin kendini değerlendirmesine olanak sağlayan ‘‘Susuzluk Skalası’’ ile incelenmiştir. Susuzluk skalası 11 parçalı (CR-11) bir susuzluk algılama ölçeğidir (Ek:6) (82). Bu skala; 2001 yılında Eric Goulet tarafından düzenlenen ve kabul görmüş olan 0’dan 11’e kadar (1-2= Susuzluk Yok ...10-11= Aşırı Susuzluk) olan algılama düzeylerinden oluşmaktadır. Bireyler o an hissettikleri susuzluk düzeyini, verilen skala kağıdına işaretlemişlerdir. Değerlendirmelerde bu skala sayesinde yapılmıştır.

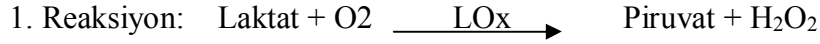
3.6.12. Algılanan Karın Ağrı Düzeyleri (AKD)

Karın Ağrı düzeyleri, kişinin kendini değerlendirmesine olanak sağlayan ‘‘Karın Ağrı Skalası’’ ile incelenmiştir. Algılanan karın ağrı skalası 11 parçalı (CR-11) bir karın ağrı algılama ölçeğidir (Ek:7) (82). Bireyler o an hissettikleri karın ağrısı düzeyini, verilen skala kağıdına işaretlemişlerdir. Değerlendirmelerde bu skala sayesinde yapılmıştır.

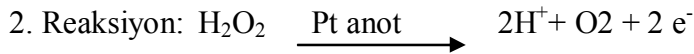
3.6.13. Laktik Asit (La)

Dinlenimler sırasında kulak memesinden alınan kan örnekleri, hiçbir işleme tabi tutulmadan ve bekletilmeden elektroenzimatik yöntemle YSI 1500 Laktik Asit Analizöründe hemolize tam kan olarak ölçülmüştür. Kandaki laktat konsantrasyonundaki ölçüm tekniği, verilen kan örneğindeki laktik asidin okside edilerek hidrojenperoksit’in (H_2O_2) açığa çıkarılması ve uygun bir elektrot (platinyum anot) vasıtasıyla açığa çıkartılan H_2O_2 ’den elektron akışının sağlanarak elektrik akımının oluşturulması prensibine dayanır. Cihaza verilen kan örneğindeki laktat ile oluşturulan elektrik akımı orantılıdır. Gerekli solüsyonlar (referans ve tampon çözeltiler) hazırlanmış ve platinyum anot önündeki özel odacığa iletkenliği arttırmak için sodyum-klor (NaCl) çözeltisi damlatılarak YSI tarafından geliştirilen 3 tabakalı bir membran yerleştirilmiştir. Alınan kan örneği 25 μ l’lik özel bir şırınga ile cihazın ölçüm kamerasına verildiğinde, laktat membranın ilk tabakası olan

polikarbonat membrandan orta tabakaya yayılmıştır. Orta tabakada sabitlenmiş laktat oksidaz (LOx) enzim bulunmaktadır. Ölçüm kamarasındaki manyetik karıştırıcı yardımıyla atmosferik oksijenden ortama oksijenin'de sağlanması ile birlikte aşağıda belirtilen ilk reaksiyon membranın orta tabakasında gerçekleşir (207).



Membranın son tabakası olan seluloz asetat, membran H_2O_2 gibi küçük moleküllere geçirgendir. Birinci reaksiyon sonucu oluşan H_2O_2 seluloz asetat membrandan geçerek elektrotta (platinyum anot) ulaşmıştır. Platinyum anotda (Pt anot) aşağıda belirtilen ikinci reaksiyon gerçekleşmiştir. Bu reaksiyon sonucu oluşturulan elektron akışının Pt anotda yarattığı elektrik akımıyla verilen kan örneğindeki laktat düzeyi ölçülmüştür (207).



YSI laktik asit analizörü $\pm 0.01 \text{ mmol.l}^{-1}$ hata ile ölçüm yapabilmekte ve 15 mmol.l^{-1} kan laktat konsantrasyonlarına kadar doğrusallığını koruyabilmektedir (YSI Sci). YSI laktik asit analizörünün güvenilir ve doğru ölçüm yapabilen bir sistem olduğu araştırmalarda gösterilmiştir (16, 171).

Analizatörün kalibrasyonu 5 mmol/L laktat standart solusyonları ile, testlere başlamadan önce, membran veya solusyon değişikliklerinde ve her denek için yapılmıştır.



Şekil 3.9. Kan-laktat Ölçümlerinde Kullanılan YSI 1500 Laktat Analizörü.

3.6.14. Kan Parametreleri

Kan örnekleri, antekübital çukurdaki damara yerleştirilen ve iğnesiz bir enjeksiyona bağlanan 20 dereceli bir Venflon sonda ile H.Ü. Beytepe Sağlık Merkezinde görevli bir hemşire tarafından alınmış, sonda her kullanımdan sonra 100 ml'lik bir SF'in içerisine 2500 I.U./5 ml'lik heparin karıştırılarak temizlenmiştir.

Her denekten toplam 10.5 ml. venöz kan alınmıştır. Kanlar içerisinde EDTA ve HEPARİN olan 3.5 ml'lik 2 ayrı cam tüpe ve 3.5 ml'lik boş biyokimya tüpüne doldurulmuştur. Edtalı tüpe alınan kan örnekleri; (gliserol ölçümleri için) alınından hemen sonra 4000 devirde +4 °C derecede 40 dakika santrifüj edilerek -40 °C de bir soğutucu içerisine konularak analiz edilene dek saklanmış ve daha sonra gliserol analizleri HPLC cihazı ile Hacettepe Üniversitesi Türkiye Doping Kontrol Merkezi laboratuvarında, heparinli tüpe alınan kan örnekleri; (sodyum, potasyum ölçümleri için) alınından hemen sonra 4000 devirde oda sıcaklığında 40 dakika santrifüj edilerek -2 ile +8 °C soğuklukta bir soğutucu içerisinde analiz merkezine nakledilmiştir. Elektrolitlerin analizleri Alevfotometresi ile H.Ü Kimya Mühendisliği Analitik Kimya Bölümü laboratuvarında analiz edilmiştir.

Biyokimya tüpüne alınan tam kan örnekleri; (hemoglobin, hemotokrit, eritrosit ve diğer analizler için) tam kan analizi cihazı ile yine Hacettepe Üniversitesi Türkiye Doping Kontrol Merkezi laboratuvarında analiz edilmiştir.

Plazma ozmolalite ve plazma hacimleri aşağıdaki formül ile hesaplanarak belirlenmiştir.

Formül 3.3. Plazma ozmolalitesinin ve plazma hacimlerinin belirlenmesi (61)

$$BVA = BVB (HbB / HbA) \quad \Delta BV, \% = 100 (BVA - BVB) / BVB$$

$$CVA = BVA (HctA) \quad \Delta CV, \% = 100 (CVA - CVB) / CVB$$

$$PHA = BVA - CVA \quad \Delta PH, \% = 100 (PHA - PHB) / PHB (32).$$

$$Hb = \text{Hemoglobin} \quad A = \text{Dehidrasyon öncesi}$$

$$Hct = \text{Hemotokrit} \quad B = \text{Dehidrasyon sonrası}$$

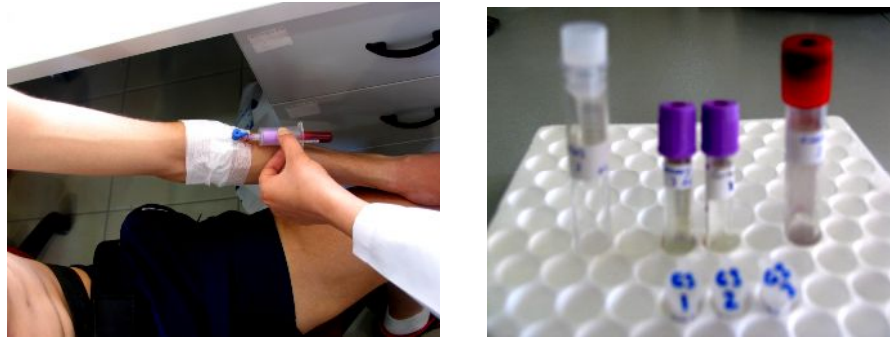
BVA = Dehidrasyon öncesi Kan hacmi

BVB = Dehidrasyon sonrası Kan hacmi

CVA = Dehidrasyon öncesi Kırmızı hücre hacmi

CVB = Dehidrasyon sonrası Kırmızı hücre hacmi

PHA = Plazma hacmi



Şekil 3.10. Antekübital Çukurdan Kan Alımı ve Örneklerin Saklandığı Cam Tüpler

3.6.15. Pulmoner Gazlar (VO_2 , VCO_2) ve Solunum Değişim Oranı (RER)

Testler esnasında VO_2 , VCO_2 ve RER ölçümleri. breath the breath sistemiyle analiz gerçekleştirebilen CosMed K_4b^2 analizörü ile belirlenmiştir.

CosMed K_4b^2 analizörü ölçüm sistemi: Portatif ünite, test sırasında güç kaynağı olarak kullanılan bataryalar ve sarj ünitesi, yüz maskesine bağlanan ve hava akımını ölçen tribün (akım metre), veri transfer parçası, ekspiryon havasının taoplanmasını sağlayan değişik ebatlardaki elastik yüz maskeleri ve maskelerin yüze sabitlenmesinde kullanılan ayarlanabilir özellikteki filelerden oluşmaktadır. Taşınabilir üniteye polargrafik O_2 elektrodu, ekspiryon havasından örnek alan bir pompa, UHF vericisi, telemetrik KAH donanımı, barometrik sensör, VT, V_E , VO_2 , VCO_2 , RER, KAH, batarya voltajı, sıcaklık ve barometrik basıncı gösteren bir panel, bağlantı kabloları ve elektronik sistemler bulunmaktadır. Taşıyıcı ünite sporcu

üzerine sabitlenen bir bataryadan beslenmektedir ve test sırasında sistem batarya dâhil sporcu üzerinde 550 gr extra ağırlık oluşturmaktadır. Telemetrik veri transfer parçası, taşıyıcı sistemin UHF vericisinden aldığı veriyi RS232 seri bağlantı ile bilgisayardaki yazılıma aktarma özelliğindedir. CosMed K₄b² ölçüm sistemi, çevresel değişikliklere (sıcaklık, basınç, nem) karşı hızla uyum sağlayabilen ve her ekspirasyon havasındaki oksijen fraksiyonunu (FE_{O2}) ölçebilen donanıma sahiptir. Sistem test sırasında ekspirasyon havasından alınan örneği, tribünün yan tarafında yer alan kapiller tüp aracılığı ile portatif üniteye polargrafik oksijen sensörüne ileterek FE_{O2} 'yi ölçmektedir. Sistemde yer alan polargrafik oksijen sensörü % 7 – 24 oksijen aralığı için ± %2.02 hassasiyette ölçüm yapabilmektedir. Ancak, sistemin kalibrasyonuna veya ölçüme başlamadan en az yarım saat önce sistem açılarak polargrafik oksijen elektrotunun ısınması sağlanmalıdır (15, 96).

Ölçüm sırasında sistem tarafından alınan ekspirasyon hava örneğindeki nem yarı geçirgen nafion tüp vasıtasıyla tutulmakta, ayrıca sisteme entegre edilmiş barometre ile barometrik basınçtaki anlık değişimler BTPS'den (vücut sıcaklığı, basınç, doymun hava) STPD'ye (standart sıcaklık, basınç, kuru hava) dönüşüm sağlayan faktöre anında yansıtılmaktadır. Böylece sistem BYPS şartlarında ölçtüğü dakika ventilasyonunu (V_E) aşağıdaki eşitliğe göre STPD şartlarına dönüştürmektedir.

Formül 3.3. CosMed K₄b² analizörü ile VO₂ değerlerinin belirlenmesi (15, 96).

$$V_{E(STPD)} = V_{E(BTPS)} \left(\frac{(P_{atm} - P_{H_2O}) \times 273}{760 \times (273 - 37)} \right)$$

K₄b² ölçüm sisteminde VO₂, aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmaktadır;

$$VO_{2(STPD)} = k \cdot V_{E(STPD)} \cdot (FI_{O_2} - FE_{O_2})$$

Bu eşitlikte inspirasyon havasındaki oksijen fraksiyonu FI_{O2} = 0.029 olarak ve faktör k = 1 olarak kabul edilmektedir (15, 96)

CosMed K₄b² ölçüm sisteminin geçerli ve güvenilir bir ölçüm sistemi olduğu çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir (15, 55, 120, 164).

Bu çalışmada; belirlenen solunum gazları verileri, test sonrası hemen bir bilgisayar sistemine aktarılarak filtreme yapılmış son veriler belirlenmiştir. Her nefes alma ve verme sırasında elde edilen verilerin her 3 dakikadaki ortalaması belirlenmiştir.



Şekil 3.11. Solunum Gazlarının Ölçümünde Kullanılan Cosmed K₄b² Analizörü

3.6.16. Kalp Atım Hızı (KAH)

Suplement takviyesi öncesi, sonrası ve egzersizin her 3 dakikasında deneklerin kalp atım hızlarının belirlenmesinde telemetrik bir sistem olan Polar saatler (Polar S610i Heart Rate Monitor, Finland) kullanılmıştır (165). Telemetrik Sistem; elastik bir bant ile deneğin kalp hizasına gelecek şekilde sabitlenen verici ünite ve deneğin el bileğine takılan telemetrik monitörden oluşmaktadır. Egzersiz sırasında kullanılan tüm polar saatlerin, kendilerine ait kodları olduğundan ölçüm sırasında deneklerin KAH değerlerinin kaydedilmesinde meydana gelebilecek olası karışıklıkların önüne geçilmiş ve verilerin sağlıklı bir şekilde toplanması sağlanmıştır. Telemetrik saate kaydedilen veriler bir scanner aktarıcı tarafından bir software sayesinde bilgisayarda kurulmuş olan polar programına aktarılmış ve program sayesinde de istediğimiz süre aralıklarındaki verilerin ortalamaları alınmıştır. Elde edilen verilerin her 3 dakikadaki ortalaması belirlenerek, istatistikleri yapılmıştır.



Şekil 3.12. Kalp Atım Hızlarının Belirlenmesinde Kullanılan Telemetrik Sistem.

3.7. Verilerin Analizi

Elde edilen tüm sürekli verilerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart sapma (\bar{X} , Sd) ile tanımlanmıştır.

Aralıklı olarak artan yüklenme protokolü sonucunda elde edilen değerlerine ilişkin test-tekrar test güvenilirliği, Tekrarlı Ölçümlerde Tek Yönlü Varyans Analizi yardımı ile belirlenmiştir.

Değişkenlere ilişkin dağılımların normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir. Araştırma gruplarının, supplementler arasındaki (GS, SP, SS), belirlenen farklı zaman değişimindeki ve supplement-zaman değişimindeki etkileri belirlemek için Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi testi kullanılmıştır. Varyans analizi sonuçlarında anlamlı farklılıkların bulunması durumunda, bu anlamlı farklılıkların hangi supplementler arasında veya hangi zamanlar arasında olduğunun belirlenmesinde de LSD post-hoc testi kullanılmıştır.

Yanılma düzeyi olarak tüm istatistiksel testlerde $\alpha = < 0.05$ kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Testler sonucunda tüm deneklerin vücut hidrasyon, termoregülasyon ve kardiyopulmoner sistem durumları ile kan ve idrar parametre değerleri belirlenmiştir. Ölçümler; suplement öncesi (supön), suplement sonrası (supsn), egzersizin 30 ve 60. dakikaları ile egzersiz bitiminden hemen sonra (90. dk) yapılmıştır. Her deneğin ölçüm öncesi vücut ağırlıklarına göre verilen Gliserol (GS), Spor İçeceği (SP) ve Saf Su (SS) supplementlerinin, belirtilen sistem ve parametreler üzerine etkilerinde farkların olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi (Anova) uygulanmıştır.

4.1. Vücut Hidrasyon Parametreleri

Araştırma gruplarının hidrasyon durumlarını belirlemede kullanılan parametrelerin (VA, TVS, HDS ve HİS), sıvı yükleme evresinden önce, sıvı yükleme evresinden hemen sonra, 90 dakikalık koşu testi evresinin dinlenme periyotlarında (30, 60. dk) ve koşu testi evresinin sonrasında (90. dk) ölçülen değerlerinin ortalamaları tablo 4,1, 4.2 ve 4.3’de belirtilmiştir.

Tablo 4.1’de, sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki vücut ağırlığı değerleri ve istatistiksel sonuçları verilmiştir

Tablo 4.1. Her Üç Supplement Takviyesindeki VA (kg) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

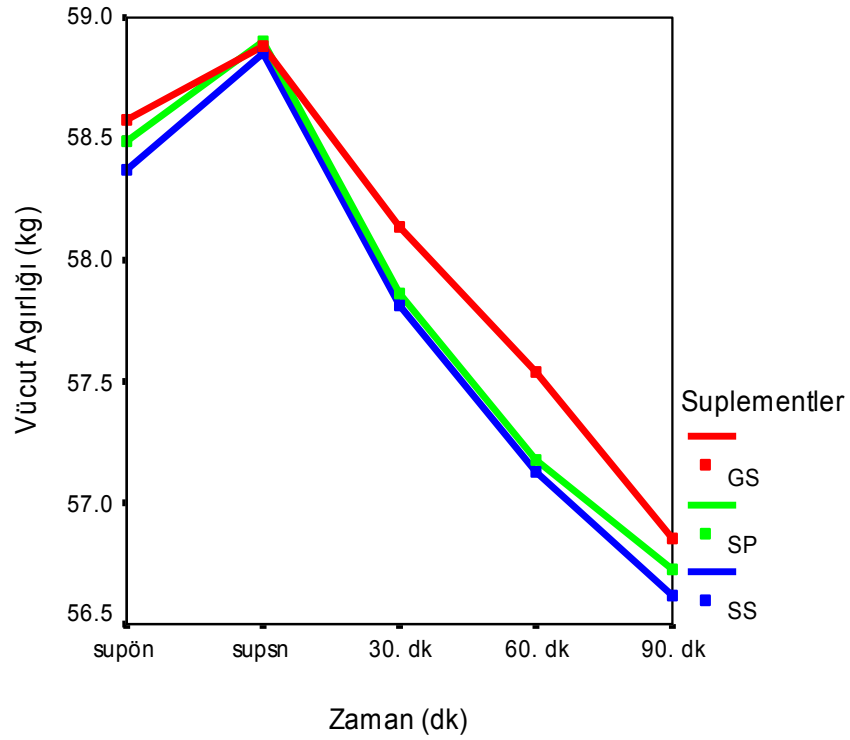
		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	p	P sup	P zaman
	N	$\bar{x} \pm Ss$							
GS	9	58.58 ± 6.61	58.88 ± 6.73	58.14 ± 6.67	57.54 ± 6.51	56.85 ± 6.40	0.000*	0.457	0.000
SP	9	58.48 ± 6.73	58.90 ± 6.88	57.86 ± 6.67	57.17 ± 6.51	56.72 ± 6.46	0.000*		
SS	9	58.37 ± 6.47	58.84 ± 6.86	57.81 ± 6.61	57.13 ± 6.46	56.61 ± 6.21	0.000 ^β		

* = Hepsi arasındaki fark anlamlıdır (p<0.05)

^β = Sıvı yükleme öncesi ve sonrası arasında fark yok (p>0.05), diğerleri arasındaki fark anlamlıdır (p<0.05).

VA değerleri açısından supplementler arasında ($F_{sup}= 0,823$) ve zaman içindeki değişimler arasında ($F_{zam}= 125,358$) anlamlı farkların olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Grafik 4.1’de, her üç supplement takviyesindeki vücut ağırlıklarında meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.1. Sıvı Yükleme Öncesi, Sıvı Yükleme Sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında VA Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.2’de, sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarında toplam vücut suyu (TVS), hücre dışı su (HDS) ve hücre içi su (HİS) değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.2. Her Üç Supplement Takviyesindeki TVS (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 9		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	P	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$							
TVS (lt)	GS	38.96± 2.99	38.90± 2.73	39.76± 3.20	39.11± 2.86	38.83± 2.49	0.035 *	0.725	0.010
	SP	39.12± 2.65	38.95± 2.57	39.96± 3.23	39.36± 2.83	39.12± 2.89	0.006 ^β		
	SS	38.78± 2.06	38.85± 3.07	39.50± 2.71	39.51± 2.97	38.95± 2.60	0.249		

* = 30. dakika, 60. dakika hariç diğer zamanlardan farklı (p<0.05)

^β = 30. dakika, supplement öncesi hariç diğer zamanlardan farklı (p<0.05)

Tablo 4.2.1. Her Üç Supplement Takviyesindeki HDS (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 9		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$							
HDS (lt)	GS	16.07± 1.21	15.77± 1.53	16.20± 1.38	16.33± 1.16	16.02± 1.01	0.251	0.344	0.002
	SP	16.16± 1.17	16.13± 1.08	16.72± 1.32	16.24± 1.26	16.17± 1.18	0.002 *		
	SS	15.96± 0.88	16.06± 1.23	16.34± 1.02	16.45± 1.10	16.23± 1.07	0.002 ^β		

* = 30. dakika, diğer tüm zamanlardan farklı (p<0.05)

^β = Supplement öncesi, sup sonrası hariç diğer zamanlardan farklı (p<0.05), supplement sonrası ve 60.dakika farklı (p<0.05).

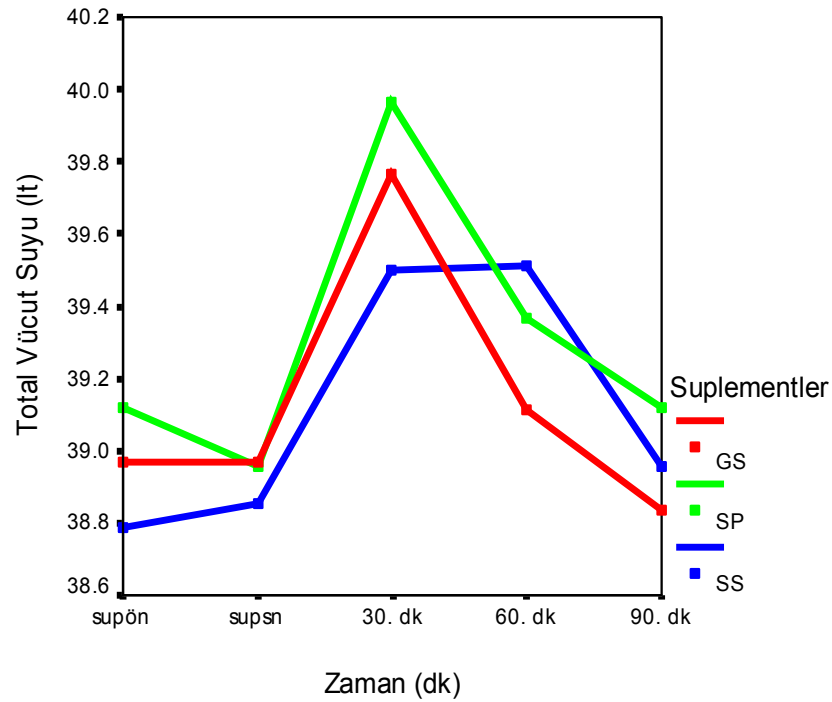
Tablo 4.2.2. Her Üç Supplement Takviyesindeki HİS (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 9		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$							
HİS (lt)	GS	20.20± 7.28	22.91± 1.74	22.62± 1.89	22.03± 1.88	22.11± 1.57	0.082	0.598	0.322
	SP	22.47 ± 1.70	22.37 ± 1.84	22.50 ± 2.15	22.27 ± 1.88	22.21 ± 1.79	0.686		
	SS	22.21 ± 1.65	22.44 ± 2.11	22.38 ± 1.60	22.38 ± 1.72	21.97 ± 1.86	0.766		

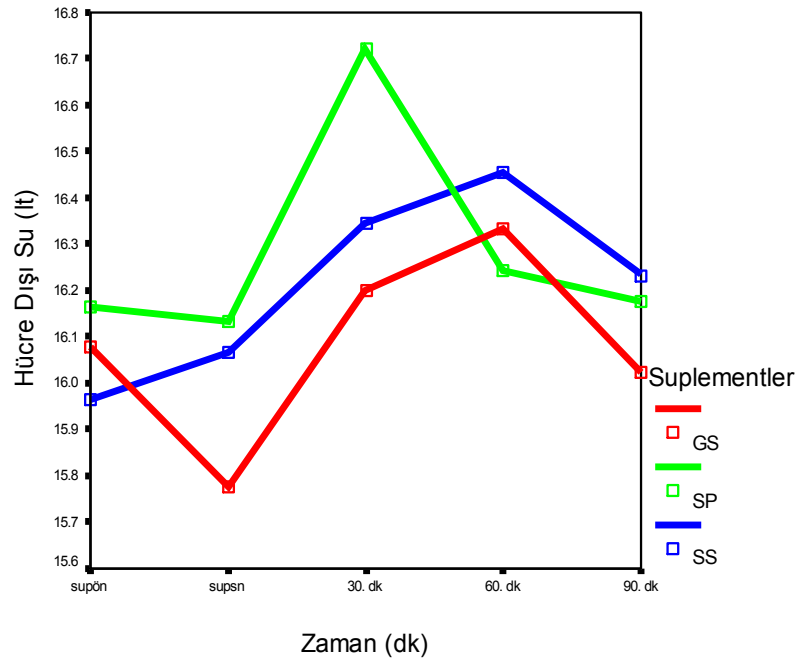
TVS, HDS ve HİS değerleri açısından, suplementler arasında anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Sırasıyla TVS $F_{sup} = 0,329$; HDS $F_{sup} = 1,140$; HİS $F_{sup} = 0,531$.

Zaman içerisindeki değişimler arasında ise HİS’de fark bulunmazken (HİS $F_{zam} = 1,218$), TVS ($F_{zam} = 5,785$), HDS’de ($F_{zam} = 5,592$) SP ve SS denemelerinin zaman içindeki değişimlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).

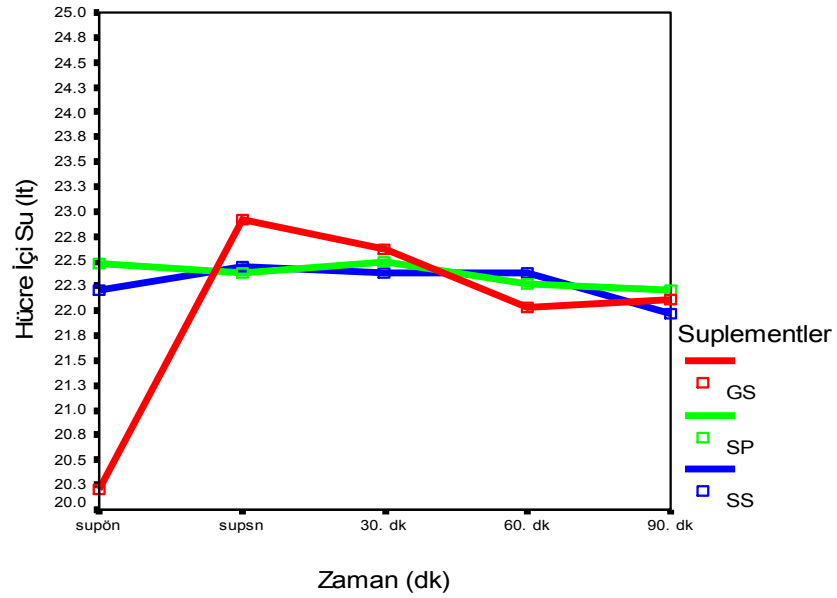
Grafik 4.2, 4.2.1 ve 4.2.2’de, her üç suplement takviyesindeki toplam vücut suyu (TVS), hücre dışı su (HDS) ve hücre içi su (HİS) değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.2. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında ortalama TVS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.2.1. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında ortalama HDS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.2.2. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarında ortalama HİS Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

4.2. İdrar ve Kan Parametreleri

Araştırma gruplarına verilen üç farklı supplementin sıvı yükleme evresinden önce, sıvı yükleme evresinden sonra ve koşu testinin 30 ve 60. dk ile koşu testinin sonunda (90. dk) belirlenen idrar ve kan parametreleri değerleri ve bu değerlerin istatistiksel karşılaştırılmaları aşağıdaki tablo ve grafiklerle ifade edilmiştir.

Tablo 4.3 ile 4.7 arasında, idrar atım miktarlarına, idrar dansitelerine ve idrar içerisindeki elektrolitlerin (Na^+ , K^+ ve Cl^-) değerleri ile istatistiksel karşılaştırmaları verilmiştir.

Tablo 4.3. Her Üç Supplement Takviyesindeki İAM (lt) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

		SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	p	P sup	P zaman	
		$\bar{x} \pm Ss$							
İAM (lt)	GS	n	9	8	5	7	0.021*	0.737	0.012
			599.33± 279.52	281.00± 148.98	132.60± 178.46	106.1± 153.74			
	SP	n	9	9	6	8	0.002 ^β		
			502.44± 202.16	532.11± 205.59	167.17± 241.82	48.88± 16.92			
	SS	n	8	8	9	7	0.002 [#]		
			528.75± 177.20	509.55± 263.72	204.57± 170.05	47.29± 22.28			

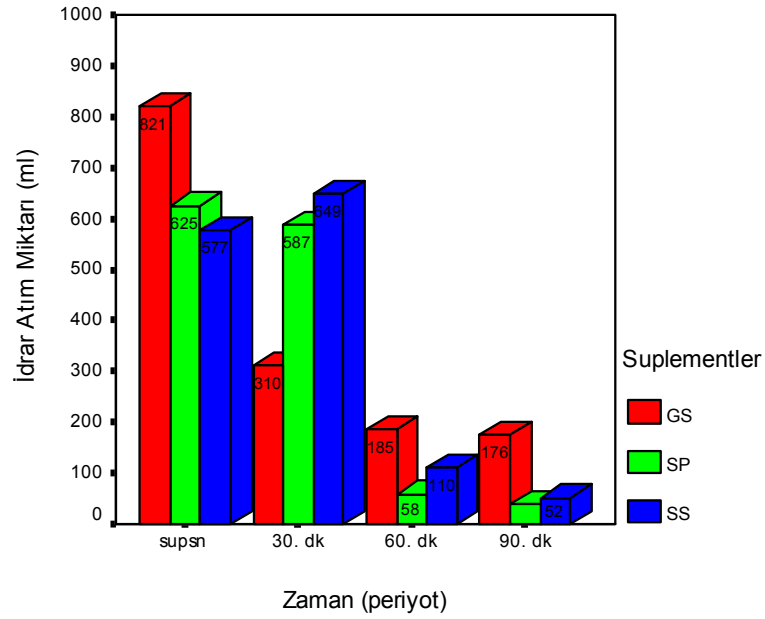
* = Supsn, 60. dk ve 90. dk'dan farklı ($p < 0.05$),

^β = 90. dk, supsn ve 30 dk'dan farklı ($p < 0.05$), 30.dk, 60.dk'dan farklı ($p < 0.05$),

[#] = 60.dk, supsn ve 30.dk'dan farklı, 90.dk, spsn ve 30 dk'dan farklı ($p < 0.05$).

Elde edilen bulgular neticesinde İAM açısından supplementler arasında ($F_{\text{sup}} = 0,329$) anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Bunun yanı sıra idrar atım miktarlarında zaman açısından anlamlı farklar belirlenmiştir ($p < 0.05$), ($F_{\text{zam}} = 9,181$).

Grafik 4.3'de her üç supplement takviyesindeki idrar atım miktarlarında (İAM) meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.3. Sıvı yükleme sonrası ve Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki İAM'da Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.4'de suplement öncesi, suplement sonrası ve koşu testinin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki idrar dansite değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.4. Her Üç Supplement Takviyesindeki İD Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

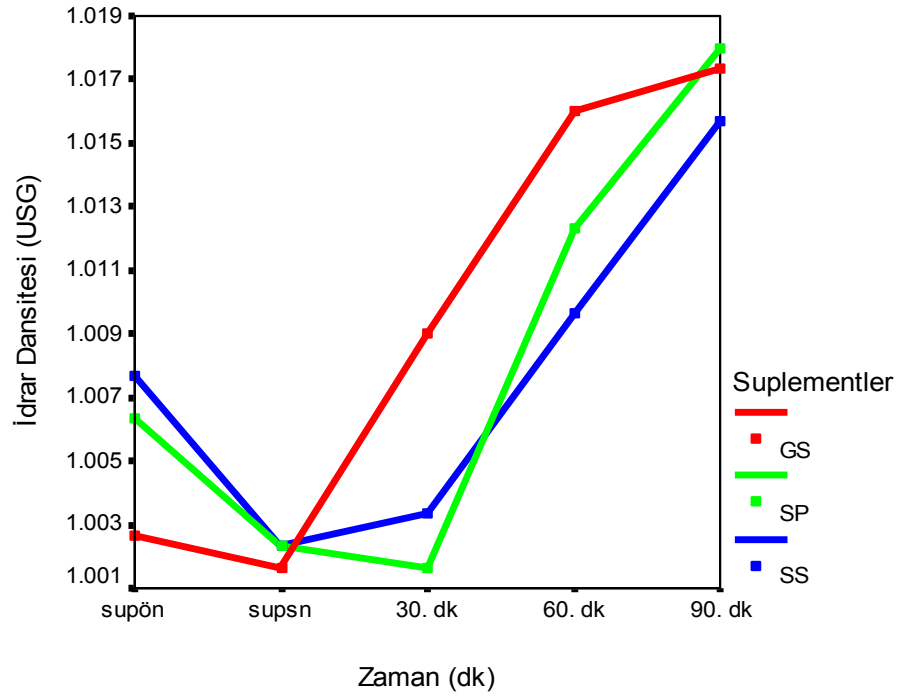
		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	p	P sup	P zaman	
		$\bar{x} \pm Ss$								
İD (usg)	GS	n	9	9	9	7	6	0.022*	0.224	0.000
			1.007 ± 6.14	1.005 ± 6.48	1.008 ± 3.93	1.016 ± 2.58	1.018 ± 3.22			
	SP	n	9	9	9	8	6	0.004 ^β		
			1.009 ± 6.59	1.003 ± 2.10	1.002 ± 2.02	1.009 ± 4.18	1.017 ± 2.87			
	SS	n	9	9	9	7	7	0.023 ^β		
			1.011 ± 5.85	1.004 ± 2.89	1.002 ± 1.58	1.006 ± 4.79	1.014 ± 1.81			

* = 90.dk, spön, spsn ve 30.dk'dan farklı; Spsn, 60.dk'dan farklı (p<0.05)

^β = 90.dk, spsn, 30.dk ve 60.dk'dan farklı ; 60.dk, spsn ve 30.dk'dan farklı ; 30. dk 60. ve 90.dk'dan farklı (p<0.05).

İdrar dansitesi açısından supplementler arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$), ($F_{sup}= 2,229$). Bunun yanı sıra, zaman değişimlerinde her üç supplement denemesinde de anlamlı farklılıklara rastlanılmıştır ($P<0.05$).

Grafik 4.4'de her üç supplement takviyesindeki idrar dansite (İD) değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.4. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Koşu Testi Dinlenim Periyotları ve Sonundaki İD Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.5'de supplement öncesinde, supplement sonrasında ve egzersizin bitiminde alınan idrar-sodyum değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

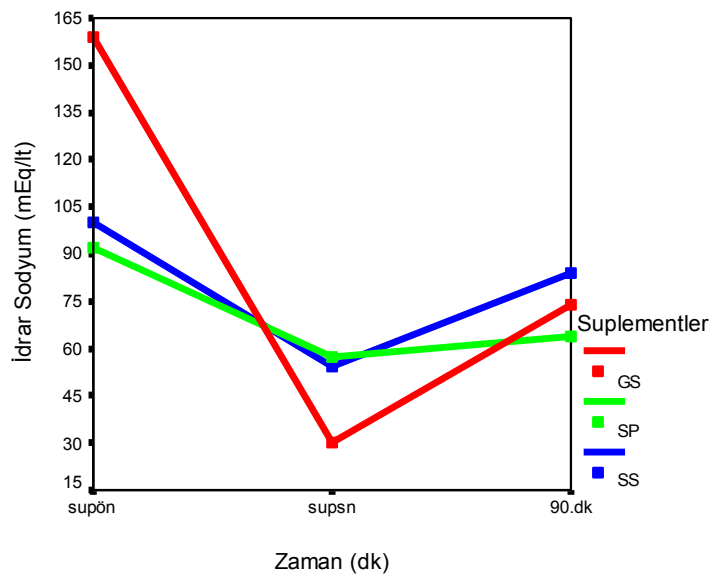
Tablo 4.5. Her Üç Suplement Takviyesindeki İdrar-Sodyum ($\bar{I}Na^+$) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları

		SUPÖN	SUPSN	90. dk	P	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
İDRAR Na ⁺ (mEq/lt)	GS	131.44 ± 62.84	38.33 ± 21.68	69.38 ± 37.68	0.01*	0.444	0.014
	SP	109.44 ± 58.74	68.28 ± 51.42	69.25 ± 49.91	0.120		
	SS	108.00 ± 65.56	57.11 ± 35.11	78.94 ± 53.09	0.328		

* = 90.dk, spön ve spsn'dan farklı (p<0.05).

Tablo 4.5'de görüldüğü gibi, $\bar{I}Na^+$ ortalamaları arasında supplementler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıkları olmadığı (p>0.05), ($F_{sup}= 0.882$) ancak zaman içindeki değişimlerde anlamlı farklılıkların olduğu görülmektedir (p<0.05), (Sırasıyla $F_{zam}= 6.616$).

Grafik 4.5'de her üç supplement takviyesindeki idrar-sodyum değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.5. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Egzersiz Sonundaki İdrar-Sodyum ($\bar{I}Na^+$) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.6’da suplement öncesinde, sonrasında ve egzersizin bitiminde alınan idrar-potasyum değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.6. Her Üç Suplement Takviyesindeki İdrar-Potasyum (IK^+) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

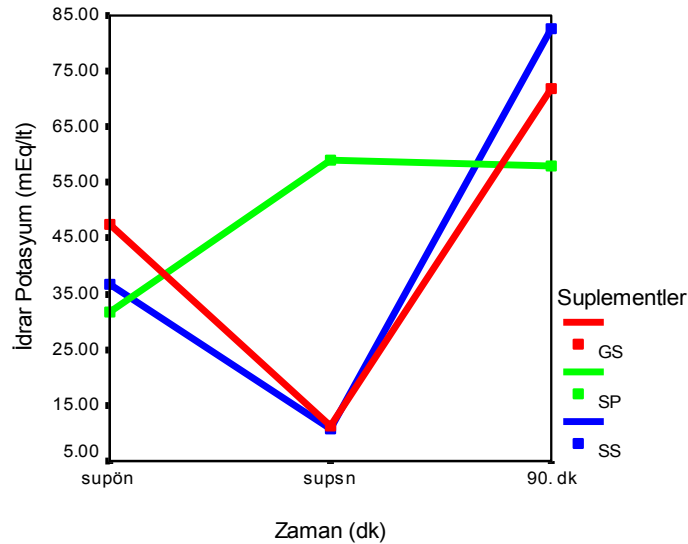
		SUPÖN	SUPSN	90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
İDRAR K^+ (mEq/lt)	GS	39.82 ± 22.54	11.33 ± 5.60	73.76 ± 23.17	0.000*	0.711	0.008
	SP	33.60 ± 16.50	55.50 ± 44.55	70.58 ± 62.53	0.299		
	SS	33.80 ± 19.50	24.56 ± 25.52	72.96 ± 37.66	0.040**		

* = Tüm zamanlar birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

** = Zamanlar arasında fark yoktur ($p > 0.05$).

İdrar-potasyum değerlerinde supplementler arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0.05$), ($F_{\text{sup}} = 0,353$). Zaman içindeki değişimlerde ise anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p > 0.05$), ($F_{\text{zam}} = 8,146$).

Grafik 4.6’da, her üç supplement takviyesindeki idrar-potasyum değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.6. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Egzersiz Sonundaki İdrar-Potasyum (IK^+) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler. Tablo 4.7’de, supplement

öncesinde, sonrasında ve egzersizin bitiminde alınan idrar-klor değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

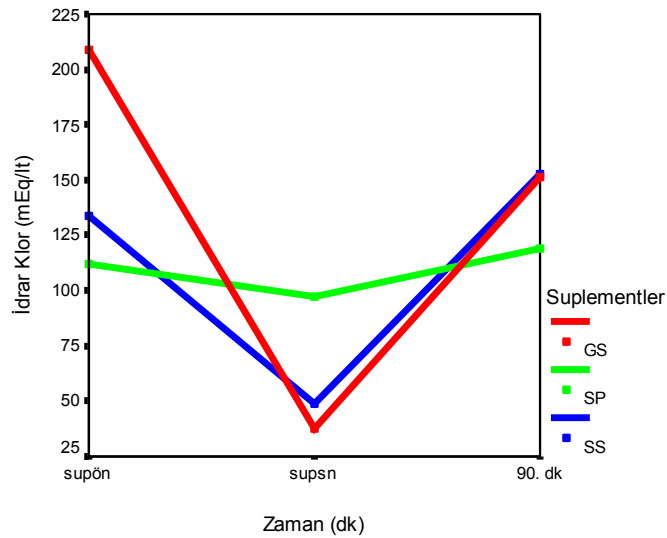
Tablo 4.7. Her Üç Supplement Takviyesindeki İdrar-Klor (İCl) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

		SUPÖN	SUPSN	90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
İDRAR Cl (mEq/lt)	GS	170.44±94.4	36.22±23.11	146.68 ±49.03	0.001	0.491	0.023
	SP	129.33±78.3	81.39±52.81	127.50±101.5	0.562		
	SS	137.44±78.6	64.44±42.08	139.14±54.63	0.090		

* = Spsn, supön ve 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

İdrar-klor ortalamalarında supplementler arasında farkın anlamsız olduğu (P>0.05), ($F_{sup} = 0.765$) belirlenmiştir. Zaman içindeki değişimlerde de anlamlı farklılığa rastlanmıştır (p>0.05), ($F_{zam} = 5.601$).

Grafik 4.7'de, her üç supplement takviyesindeki idrar-klor değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir



Grafik 4.7. Sıvı yükleme öncesi, sıvı yükleme sonrası ve Egzersiz Sonundaki İdrar-Klor Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.8’de suplement öncesi- suplement sonrası, suplement sonrası–90. dk ve suplement öncesi–90. dk dönemleri arasındaki kan hacmi yüzde değişimi değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.8. Her Üç Suplement Takviyesindeki Kan Hacmi % Değişimi Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

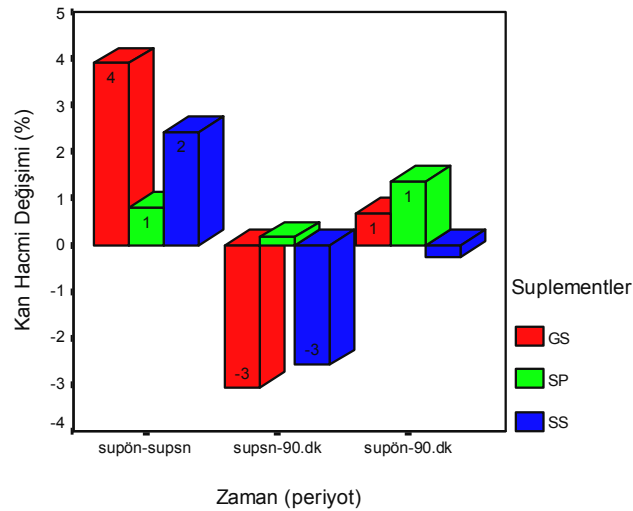
		SUPÖN- SUPSN	SUPSN- 90 dk	SUPÖN- 90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
KAN HACMI (%)	GS	3.90±2.64	-3.07±3.04	0.67±2.87	0.002	0.709	0.001
	SP	0.80±2.79	0.16±4.08	1.36±3.55	0.620		
	SS	2.42±2.94	-2.58±3.45	-0.25±3.73	0.018		

* = Tüm zamanlar birbirinden farklıdır (p<0.05).

**= Supsn-90.dk, supön-supsn ve supön-90.dk’ dan farklıdır (p<0.05).

Kan hacmi % değerlerinde, suplementler arasında anlamlı farklar bulunamazken (p>0.05), ($F_{sup} = 0,352$), zaman içindeki değişimlerde ($F_{zam} = 10,366$) anlamlı farklar bulunmuştur (p<0.05).

Grafik 4.8’de, her üç suplement takviyesindeki kan hacmi % değişim değerleri gösterilmiştir



Grafik 4.8. Suplement Öncesi- Suplement Sonrası, Suplement Sonrası–90. dk ve Suplement Öncesi–90. dk Dönemleri Arasında Kan Hacmi % Değişim Değerleri.

Tablo 4.9’da, Supplement öncesi- Supplement sonrası, Supplement sonrası–90. dk ve Supplement öncesi–90. dk dönemleri arasındaki plazma hacmi % değişimi değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.9. Her Üç Supplement Takviyesindeki Plazma Hacmi % Değişimi Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

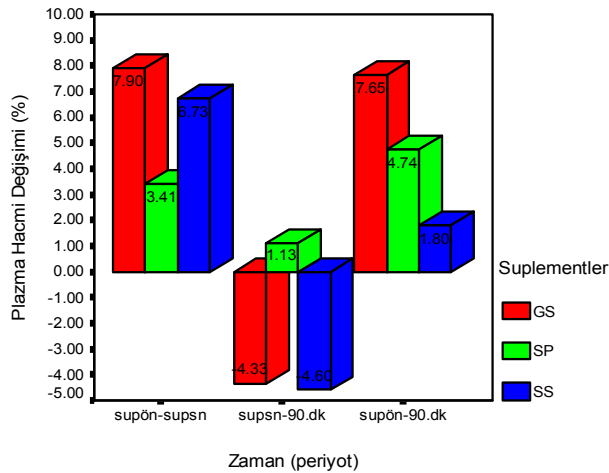
n = 9		SUPÖN- SUPSN	SUPSN- 90 dk	SUPÖN- 90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
PLAZMA HACMİ (%)	GS	7.90±5.64	-4.33±4.81	7.65±16.32	0.023*	0.658	0.000
	SP	3.41±2.79	1.13±7.13	4.74 ± 5.37	0.299		
	SS	-2.84±2.81	0.17±4.37	-2.77 ± 2.19	0.000**		

* = Tüm zamanlar birbirinden farklıdır (p<0.05).

**= Supön-supsn, supsn-90.dk’ dan farklıdır (p<0.05).

Plazma hacmi değişimi yüzde değerleri arasında supplementler arasında ($F_{sup}=0.430$) istatistiksel açıdan anlamlı farkların olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Bunun yanı sıra zaman içindeki değişikliklerde anlamlı değişikliklerin olduğu bulunmuştur (p<0.05), ($F_{zam}=15.254$).

Grafik 4.9’da, her üç supplement takviyesindeki plazma hacmi % değişim değerleri gösterilmiştir.



Grafik 4.9. Supplement Öncesi- Supplement Sonrası, Supplement Sonrası–90. dk ve Supplement Öncesi–90. dk Dönemleri Arasında Plazma Hacmi % Değişim Değerleri.

Tablo 4.10'da, suplement öncesi, suplement sonrası ve egzersiz sonrası dönemlerde alınan kan ozmolalite, kan hemoglobin ve kan hemotokrit değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.10. Her Üç Suplement Takviyesindeki Plazma Ozmolalitesi, Kan Hemoglobin ve Kan Hemotokrit Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 9		SUPÖN	SUPSN	90. dk		P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
Plz OSM (mOsm)	GS	289.78 ± 2.99	284.89 ± 5.25	288.88 ± 4.08	0.042^β	0.086	0.020
	SP	291.67 ± 4.21	289.78 ± 6.42	290.77 ± 4.38	0.741		
	SS	288.00 ± 2.18	286.56 ± 5.96	290.11 ± 4.46	0.203		
KAN Hb (gr/dl)	GS	15.07 ± 0.98	14.54 ± 1.09	14.82 ± 0.87	0.008*	0.713	0.06
	SP	14.81 ± 0.99	14.62 ± 1.08	14.60 ± 0.98	0.378		
	SS	14.76 ± 1.26	14.41 ± 1.09	14.93 ± 1.22	0.014^β		
KAN Hct (%)	GS	43.88 ± 2.60	41.64 ± 2.68	41.96 ± 2.57	0.001*	0.803	0.000
	SP	43.09 ± 3.46	41.81 ± 3.22	41.56 ± 3.10	0.016**		
	SS	43.41 ± 3.59	41.23 ± 2.79	42.64 ± 3.59	0.001**		

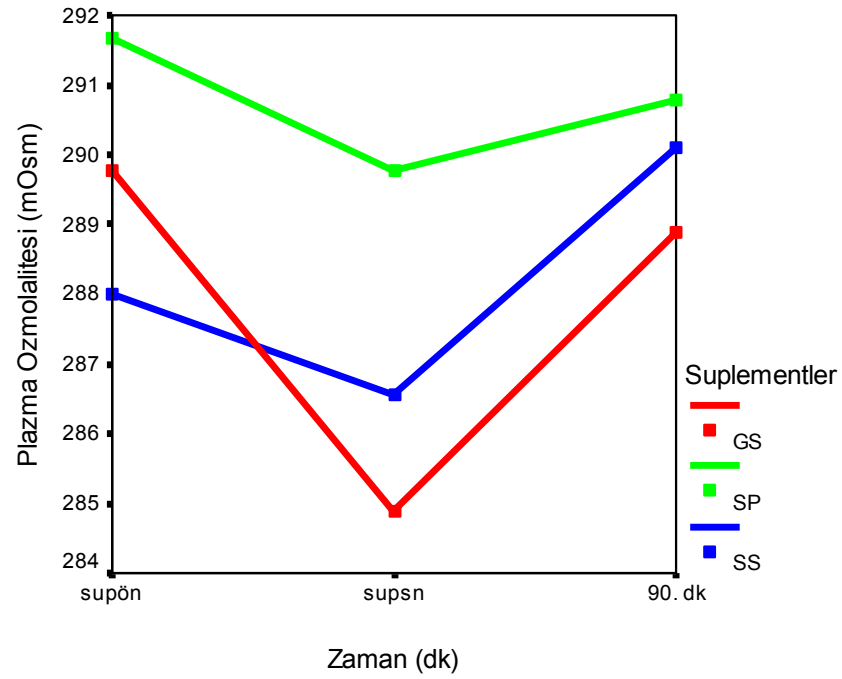
* = supön, 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

** = supsö, supsn ve 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

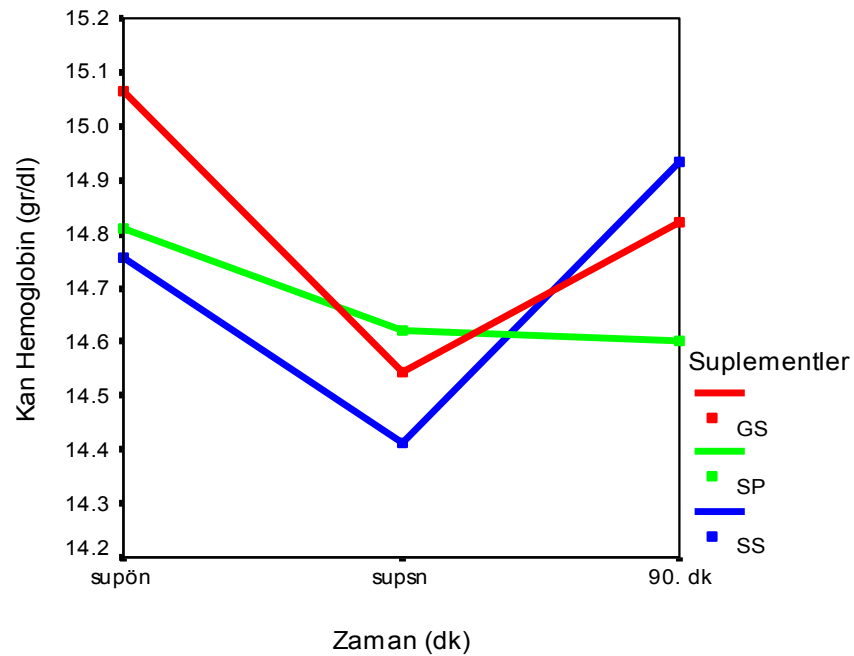
^β = supsn, supön ve 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

Her üç parametrenin suplementler arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklar gözlenmemiştir (p>0.05), (Plazma Osm $F_{sup}= 2,863$; KHb $F_{sup}= 0,346$; KHct $F_{sup}= 0,222$). Zaman içerisindeki değişikliklerde ise her üç parametrede de değişimlerin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur (p<0.05), (KOsm $F_{zam}= 5,079$, KHb $F_{zam}= 7,172$, KHct $F_{zam}= 18.833$).

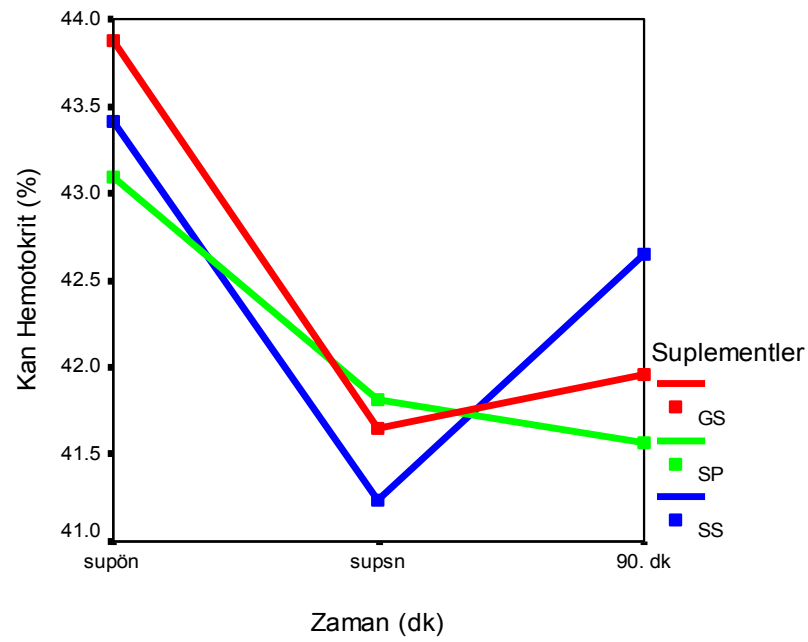
Grafik 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3'de, her üç suplement takviyesindeki plazma ozmolalitesi, kan hb ve kan hct değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.10.1. Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Plazma Ozmolalitesi Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.10.2. Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan Hb Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.10.3. Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan Hct Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

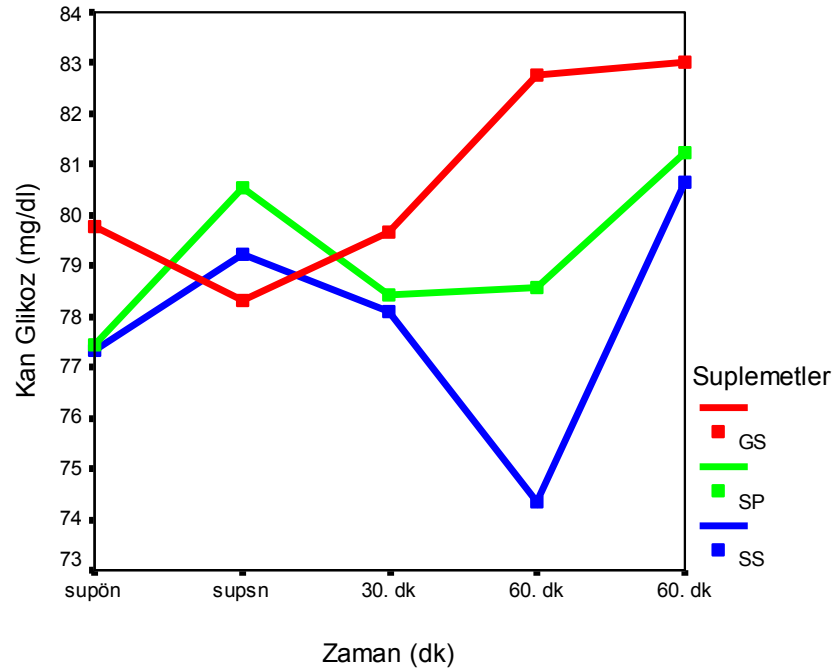
Tablo 4.11’de, Supplement öncesinde, supplement sonrasında ve egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki kan glikoz ölçüm değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.11. Her Üç Supplement Takviyesindeki Kan Glikozu Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n=9		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$						
KAN GLİKOZ (mg/dl)	GS	79.77 ± 9.66	78.33 ± 10.12	79.67 ± 8.32	82.78 ± 10.06	83.00 ± 7.79	0.481	0.782
	SP	77.44 ± 6.18	80.56 ± 15.27	78.44 ± 5.19	78.56 ± 6.04	81.22 ± 7.07		
	SS	77.33 ± 8.37	79.22 ± 11.88	78.11 ± 4.43	74.33 ± 16.68	80.66 ± 11.15		

Kan glikozu bulguları incelendiğinde suplemetler arasında ($F_{\text{sup}}= 0.776$), ve zaman içindeki değişimlerde ($F_{\text{sup-zam}}= 0.435$) istatistiksel açıdan anlamlı farkların olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Grafik 4.11’de, her üç suplemet takviyesindeki kan glikoz değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.11. Suplemet Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan Glikoz Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.12’de, Suplemet öncesinde, suplemet sonrasında ve egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki kan Na^+ , K^+ ve Cl^- elektrolitlerinin ölçüm değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.12. Her Üç Suplement Takviyesindeki Kan-Sodyum, Kan-Potasyum ve Kan-Klor Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

N= 9		SUPÖN	SUPSN	90. dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
Kan Na ⁺ (mEq/l)	GS	140.00 ± 1.50	137.00 ± 2.06	139.37 ± 1.81	0.001**	0.050	0.005
	SP	140.67 ± 1.58	139.71 ± 3.02	140.35 ± 1.92	0.716		
	SS	137.67 ± 3.77	137.29 ± 2.73	141.00 ± 2.01	0.028*		
Kan K ⁺ (mEq/l)	GS	4.54 ± 0.57	4.17 ± 0.40	3.96 ± 0.19	0.049#	0.129	0.930
	SP	4.27 ± 0.25	4.14 ± 0.22	4.16 ± 0.28	0.562		
	SS	4.29 ± 0.28	4.44 ± 0.13	4.22 ± 0.30	0.205		
Kan Cl ⁻ (mEq/l)	GS	101.33 ± 2.54	101.66 ± 1.50	105.67 ± 5.63	0.017^β	0.519	0.077
	SP	101.00 ± 1.58	99.78 ± 9.48	102.22 ± 6.92	0.608		
	SS	100.33 ± 1.73	103.33 ± 5.24	104.56 ± 5.70	0.099		

* = supsn, 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

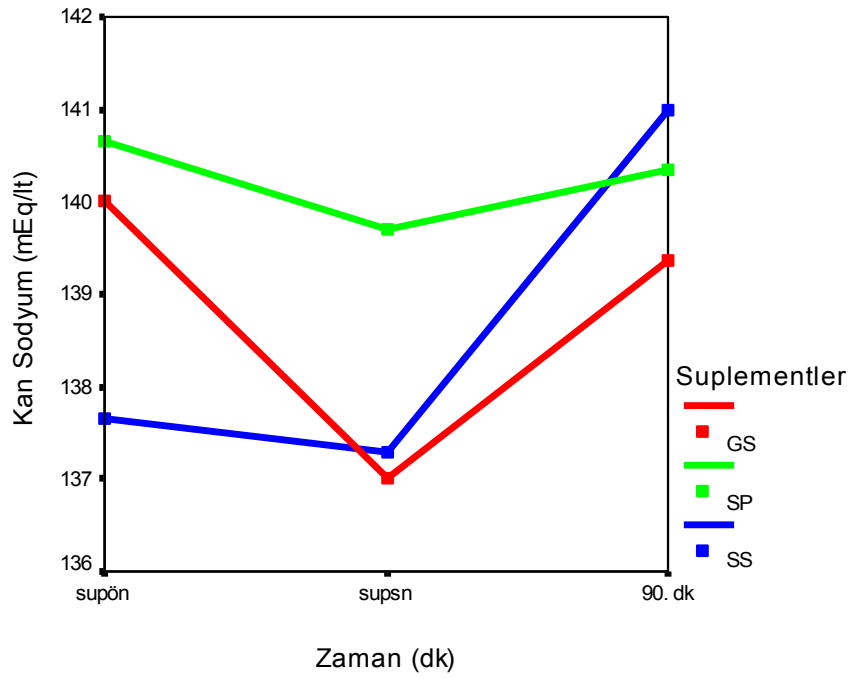
** = supsn, supön ve 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

= supön, 90.dk'dan farklıdır (p<0.05).

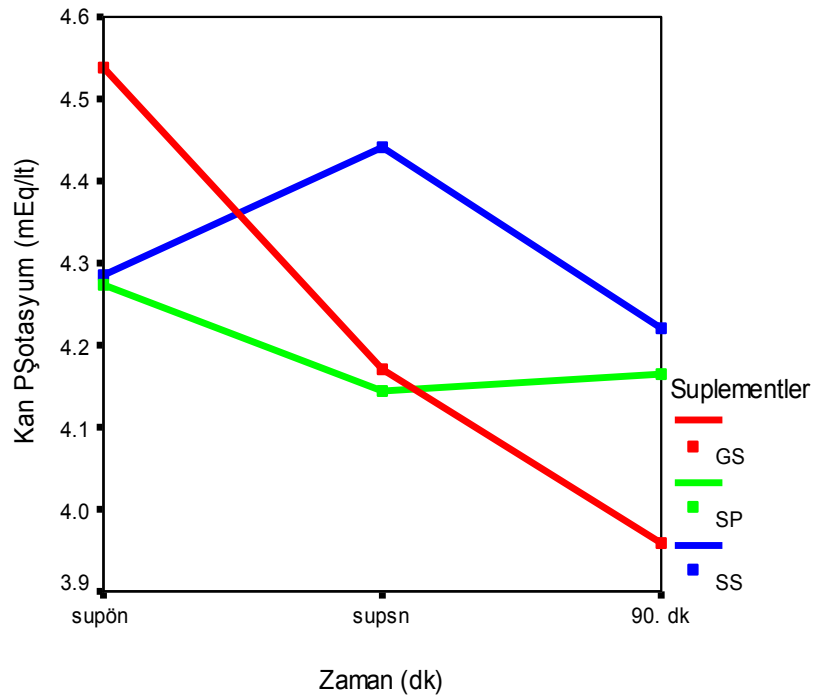
^β = 90.dk, supön ve supsn'dan farklıdır (p<0.05).

Üç farklı dönemdeki Sodyum ortalama değerlerinde suplementler arasında farklılık gözlemlenirken (p<0.05), (Na F_{sup}= 3.661), Potasyum (K F_{sup}= 2.339) ve Klor değerlerinde (Cl F_{sup}= 0.684) farklılık gözlenmemiştir (p>0.05). Zaman içindeki değişimlerde ise anlamlı farklılıklar belirlenmiştir (p<0.05). Zaman içerisindeki bu anlamlı fark sadece Na değerlerinde gözlenirken (p<0.05), (Na F_{zam}= 7.341), LSD testiyle bakıldığında K ve Cl parametrelerinin GS denemelerinde anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (K F_{zam}= 2.770, Cl F_{zam}= 3.022).

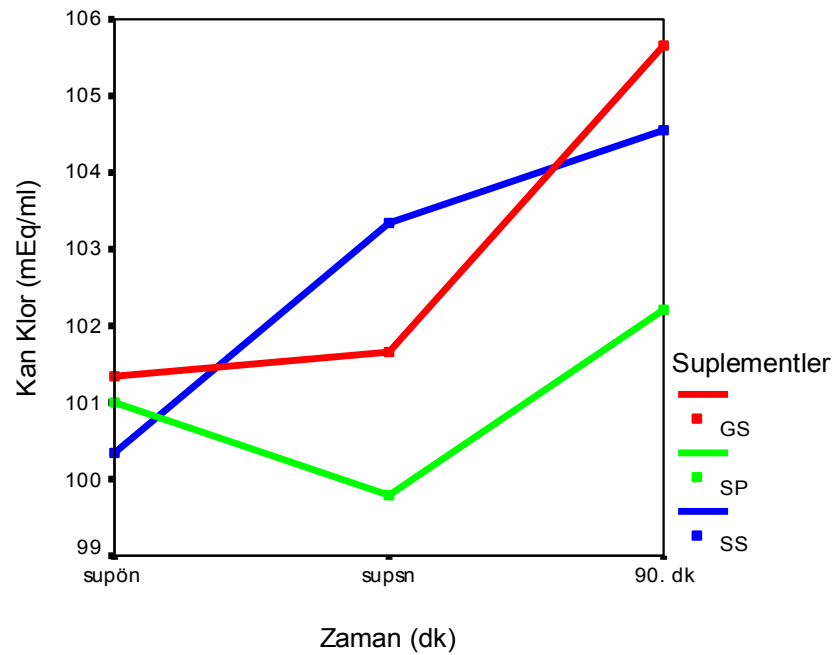
Grafik 4.12.1, 4.12.2, 4.12.3'de, her üç suplement takviyesindeki kan-sodyum, kan-potasyum ve kan-klor değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.12.1. Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan-Sodyum, Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.12.2. Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan-Potasyum Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.12.3. Supplement Öncesi, Sonrası ve Egzersiz Sonundaki Kan-Sodyum, Kan-Potasyum ve Kan-Klor Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.13'de, hiperhidrasyon öncesinde, hiperhidrasyon sonrasında ve egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki kan-laktat ölçüm değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

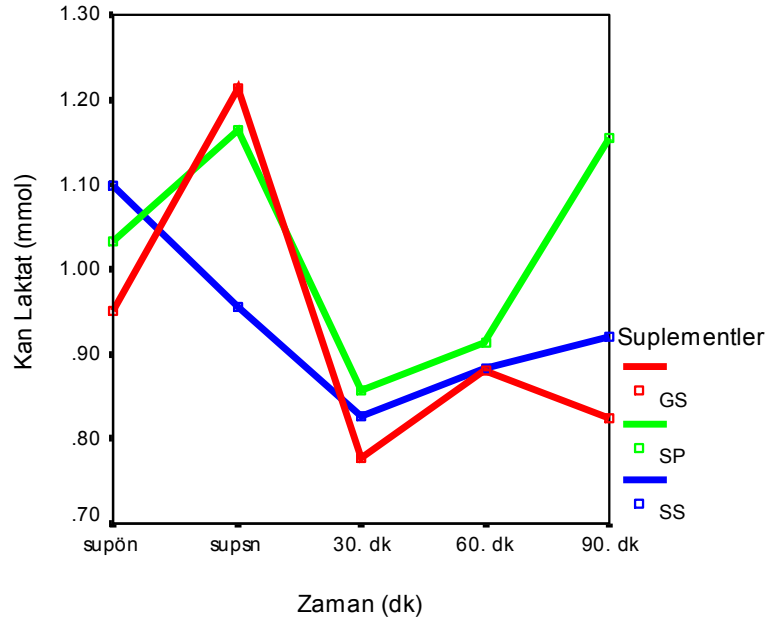
Tablo 4.13. Üç Supplement Takviyesindeki Kan-Laktat Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n=9		SUP	SUP	30.	60.	90.	p	P	P
		ÖN	SN	dk	dk	dk			
		$\bar{x} \pm Ss$							
KAN La (mmol)	GS	0.95 ± 0.365	1.21 ± 0.409	0.77 ± 0.183	0.88 ± 0.350	0.82 ± 0.166	0.002*	0.475	0.002
	SP	1.03 ± 0.382	1.16 ± 0.376	0.85 ± 0.223	0.91 ± 0.308	1.15 ± 0.388	0.790		
	SS	1.09 ± 0.467	0.95 ± 0.432	0.82 ± 0.209	0.88 ± 0.348	0.92 ± 0.319	0.248		

* = supsn, 30, 60 ve 90.dk'lardan farklıdır ($p < 0.05$).

Tablo 4.13’de görüldüğü gibi kan laktat değerlerinde, zaman içindeki değişimlerde istatistiksel olarak anlamlı fark sadece gliserol denemesinde belirlenmiş diğer denemelerde ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p < 0.05$), ($F_{zam} = 5.479$). GS denemesindeki bu farklılığında, egzersiz öncesinde gliserol supplementinin verilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bunun yanında üç supplement denemesi arasında ($F_{sup} = 0.781$) istatistiksel açıdan anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$).

Grafik 4.13’de her üç supplement takviyesindeki kan-laktat değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.13. Supplement Öncesi, Supplement Sonrası, Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarında ki Kan-Laktat Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

4.3. Termoregülasyon Sistem Parametreleri

Araştırma gruplarına uygulanan üç farklı supplement denemelerindeki, ter atım oranı, deri üstü vücut sıcaklığı ve vücut iç sıcaklığı değerlerinin ortalamaları ile bu değerlerin istatistiksel karşılaştırmaları (tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi) aşağıdaki tablo ve grafiklerle ifade edilmiştir.

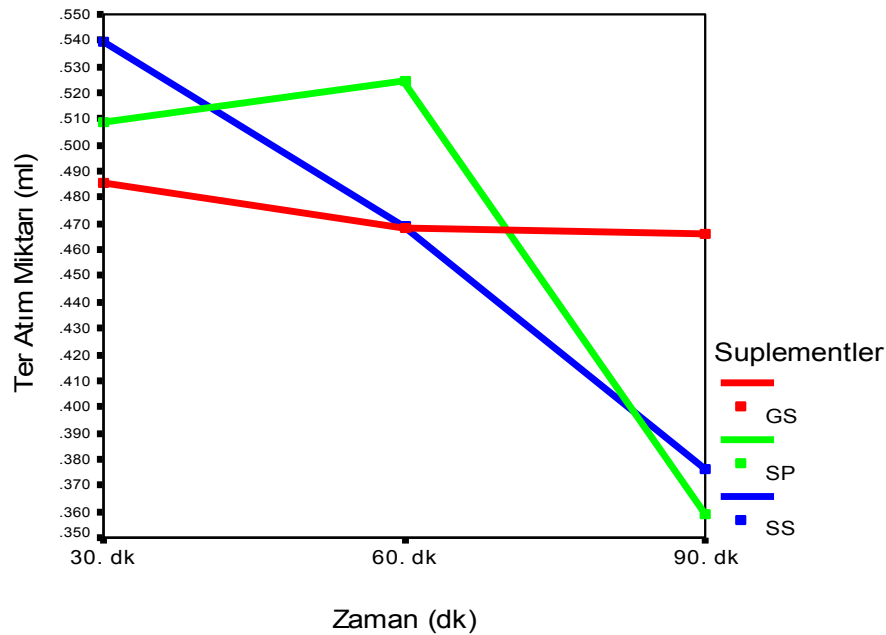
Tablo 4.14’de, egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki ter atım miktarlarının (TAM) ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.14. Her Üç Supplement Takviyesindeki Ter Atım Miktarları (ml) Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n= 9		30. dk	60. dk	90. dk	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$				
TAM (ml)	GS	0.485 ± 0.15	0.469 ± 0.29	0.466 ± 0.32	0.977	0.257
	SP	0.509 ± 0.23	0.524 ± 0.21	0.359 ± 0.18		
	SS	0.539 ± 0.19	0.469 ± 0.20	0.376 ± 0.18		

Ter atım miktarları değişiminde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi testi sonucunda supplementler arasında ($F_{sup}= 0.024$) ve zaman içindeki değişimlerde ($F_{zam}= 1.481$) istatistiksel açıdan anlamlı farkların olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$),

Grafik 4.14'de, her üç supplement takviyesindeki ter atım miktarları değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.14. Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarında ki Ter Atım Miktarları Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

Tablo 4.15’de, suplement öncesi ve suplement sonrası ve egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarında ki vücut deri üstü sıcaklık (VDS) değerlerinin ortalamaları ve istatistiksel analizleri verilmiştir.

Tablo 4.15. Her Üç Suplement Takviyesindeki Vücut Deri Üstü Sıcaklık Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n=9		SUP ÖN	SUP SN	30. Dk	60. Dk	90. Dk		P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$							
VDS (°C)	GS	31.76 ± 0.98	31.95 ± 0.88	33.22 ± 1.20	33.01 ± 1.03	32.84 ± 1.38	0.000*	0.410	0.000
	SP	31.79 ± 0.69	31.82 ± 0.82	33.21 ± .87	32.44 ± 0.88	32.44 ± 0.57	0.001**		
	SS	31.44 ± 0.68	31.87 ± 1.41	32.67 ± 1.43	32.65 ± 0.79	32.59 ± 1.04	0.005 [#]		

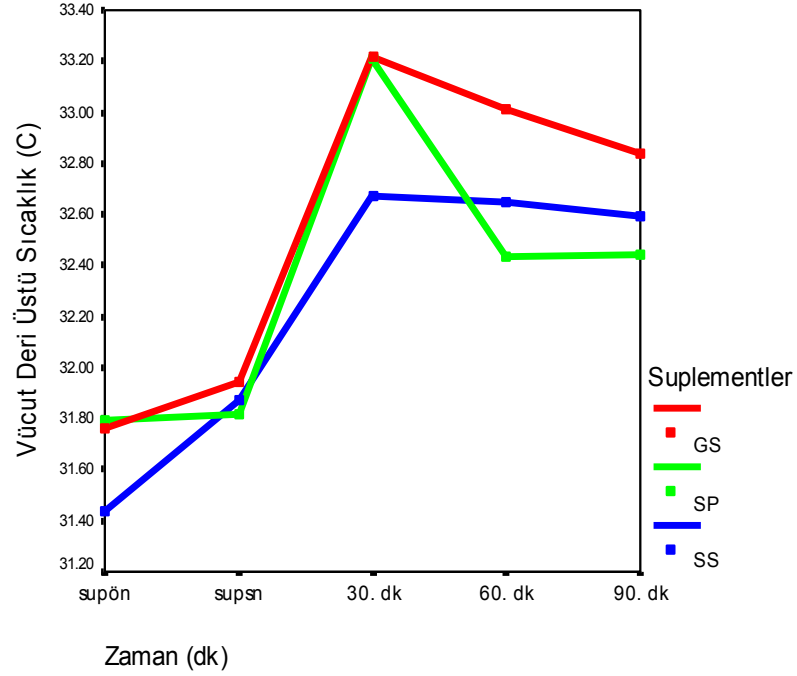
* = supön ve supsn, 30, 60 ve 90.dk’dan farklıdır (p<0.05)

** = 30.dk, supön, supsn, 60.dk’dan farklıdır (p<0.05).

[#] = supön, 30, 60 ve 90.dk’dan farklıdır (p<0.05).

Vücut deri üstü sıcaklık değerlerinde suplementler arasında ($F_{sup}= 0.944$) farklılıklarının istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Zaman değişimi içerisindeki değerlerde ($F_{zam}= 10.818$) ise anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p<0.05).

Grafik 4.15’de, her üç supplement takviyesindeki vücut deri üstü sıcaklık değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.15. Supplement Öncesi ve Supplement Sonrası ve Egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarında ki Vücut Deri Üstü Sıcaklık Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.

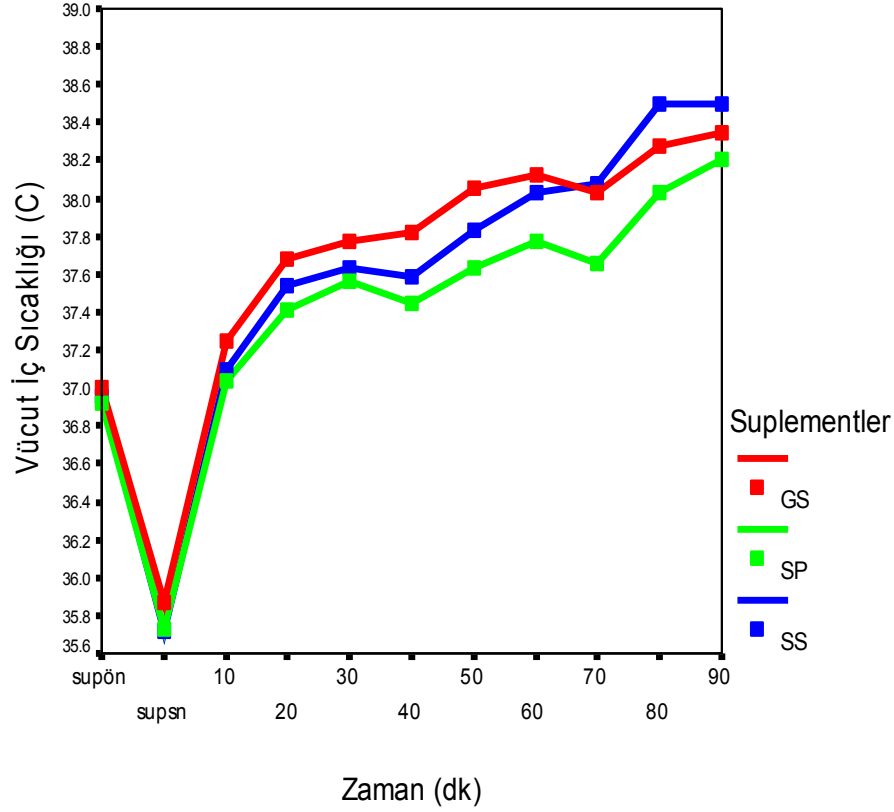
Tablo 4.16’de, hiperhidrasyon öncesi, hiperhidrasyon sonrası ve egzersizin her üç dakikasındaki vücut iç sıcaklıklarının (VİS) ortalama değerleri ve istatistiksel sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.16. Her Üç Suplement Takviyesindeki Vücut İç Sıcaklık Ölçümlerinin Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n= 9		vİs (°C)		
		$\bar{x} \pm Ss$		
		GS	SP	SS
Supön	X ± Ss	36.99 ± 0.52	36.92 ± 0.42	36.95 ± 0.44
SupSn		35.86 ± 1.05	35.72 ± 1.28	35.71 ± 1.11
10. dk		37.24 ± 0.34	37.03 ± 0.63	37.10 ± 0.42
20. dk		37.68 ± 0.39	37.41 ± 0.50	37.53 ± 0.52
30. dk		37.77 ± 0.43	37.56 ± 0.50	37.63 ± 0.38
40. dk		37.81 ± 0.52	37.44 ± 0.61	37.58 ± 0.32
50. dk		38.05 ± 0.54	37.63 ± 0.54	37.83 ± 0.37
60. dk		38.12 ± 0.55	37.77 ± 0.51*	38.03 ± 0.47*
70. dk		38.03 ± 0.65	37.66 ± 0.50*	38.08 ± 0.43*
80. dk		38.27 ± 0.65	38.02 ± 0.44*	38.49 ± 0.46*
90. dk		38.34 ± 0.53	38.20 ± 0.46*	38.49 ± 0.47*
			P_{GS} 0.000	P_{SP} 0.000
P_{sup}	0.212			
P_{zaman}	0.000			

Vücut iç sıcaklık değerlerinde supplementler arasında ($F_{sup} = 1.737$) istatistiksel açıdan anlamlı farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$). Zaman içindeki değişimlerde ($F_{zam} = 48.429$) ise anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Grafik 4.16'da, her üç supplement takviyesindeki vücut iç sıcaklık değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.16. Supplement Öncesi, Supplement Sonrası ve Egzersiz Süresinin Onbir Farklı Zaman Aralığında Vücut İç Sıcaklıklarında Meydana Gelen Değişimler.

4.4. Algılanan Zorluk Düzeyleri ve Kardiyopulmoner Sistem Parametreleri

Tablo 4.17, 4.18 ve 4.19'da algılanan yorgunluk, susuzluk ve karın ağrısı derecelerinin egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki ortalama değerleri ile Tablo 4.20, 4.21, 4.22 ve 4.23'de VO_2 , VCO_2 , KAH ve RER parametrelerinin hiperhidrasyon öncesi, hiperhidrasyon sonrası ve 90 dakikalık koşu sırasındaki üçer dakikalık aralarda alınan ortalama değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları gösterilmiştir.

Tablo 4.17’de, egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarda ölçülen zorluk, susuzluk ve karın ağrısı dereceleri ortalama değerleri ve istatistiksel sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.17. Her Üç Supplement Takviyesindeki Algılanan Zorluk, Algılanan Susuzluk ve Algılanan Karın Ağrısı Dereceleri Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

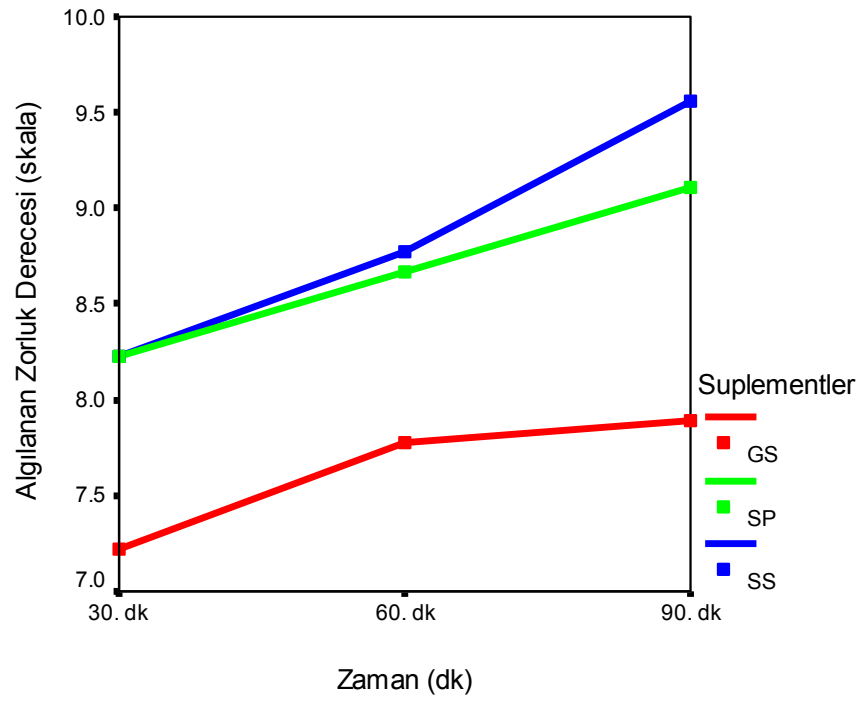
n= 9		30. Dk	60. Dk	90. Dk	p	P sup	P zaman
		$\bar{x} \pm Ss$					
AZD	GS	7.22 ± 1.92	7.78 ± 3.15	7.88 ± 3.14	0.183	0.291	0.020
	SP	8.22 ± 3.31	8.67 ± 3.39	9.11 ± 3.95	0.298		
	SS	8.22 ± 2.77	8.78 ± 2.95	9.56 ± 3.88	0.038*		
ASD	GS	1.44 ± 0.73	1.44 ± 1.01	2.89 ± 1.76	0.23**	0.534	0.307
	SP	1.78 ± 1.30	2.56 ± 2.83	2.78 ± 2.95	0.148		
	SS	2.67 ± 2.06	2.56 ± 1.94	2.44 ± 2.46	0.960		
AKD	GS	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.11 ± 0.33	0.390	0.633	0.633
	SP	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	-		
	SS	1.00 ± 0.00	1.11 ± 0.33	1.00 ± 0.00	0.390		

* = 30.dk, 90.dk’den farklıdır (p<0.05),

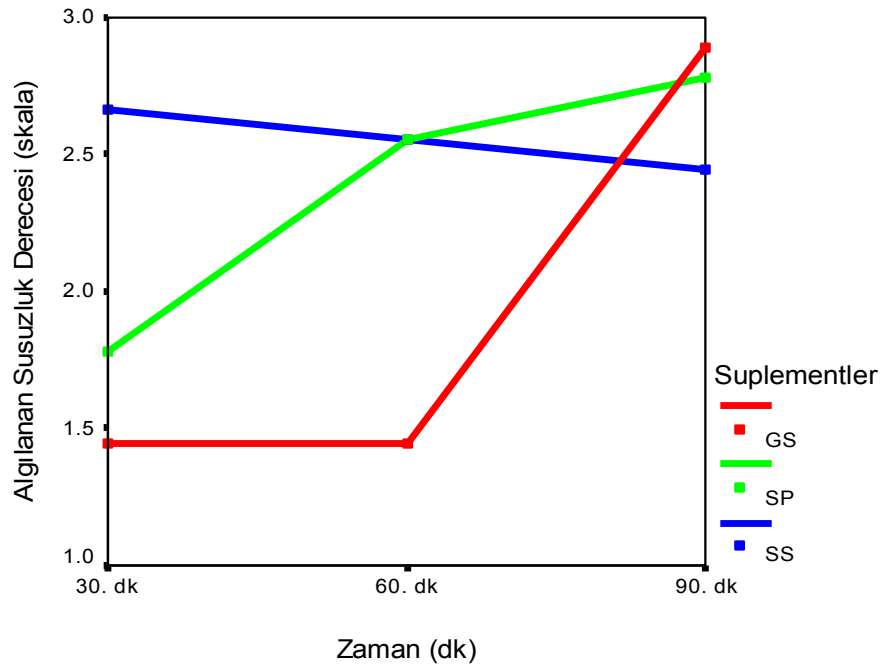
** = 60.dk, 90.dk’den farklıdır

Tablo’da görüldüğü üzere supplementler arasında (AZS $F_{sup} = 1.336$, ASS $F_{sup} = 0.653$, AKS $F_{sup} = 0.471$) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır (P>0.05), (AZD $F_{sup-zam} = 0.402$, ASD $F_{sup-zam} = 2.385$, AKS $F_{sup-zam} = 1.290$). Zaman içindeki değişimlerde ise AYD’de anlamlı farklılık bulunurken (P<0.05), (AZD $F_{zam} = 5.042$), ASD ve AKD’de anlamlı farklılıklara rastlanılmamıştır (P>0.05), (ASD $F_{zam} = 1.272$, AKD $F_{zam} = 0.471$).

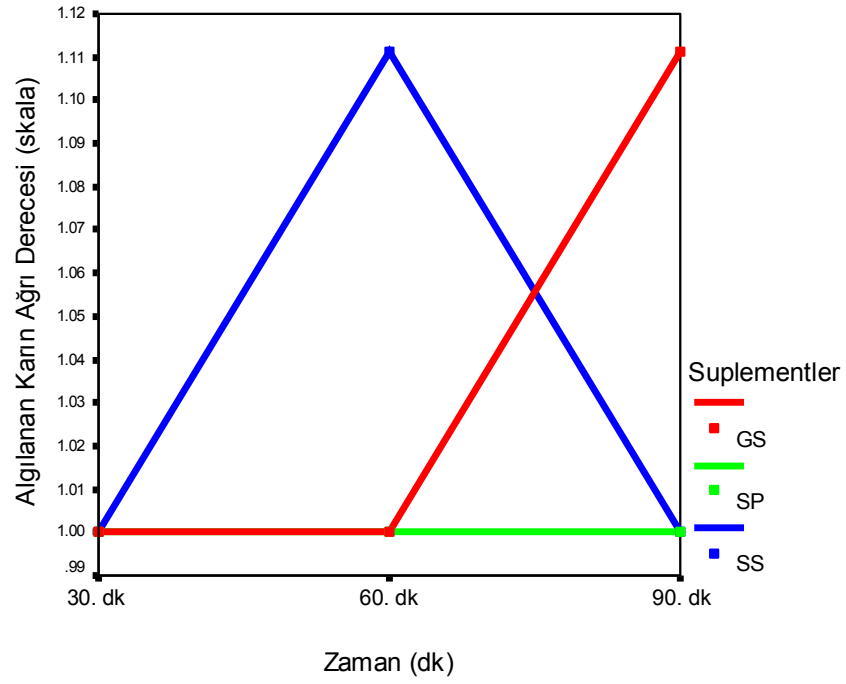
Grafik 4.17.1, 4.17.2, 4.17.3’de, her üç supplement takviyesindeki algılanan zorluk, susuzluk ve karın ağrısı derecelerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.17.1. Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki Algılanan Zorluk Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.17.2. Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki Algılanan Susuzluk Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler.



Grafik 4.17.3. Egzersizin 30, 60 ve 90. Dakikalarındaki Algılanan Karın Ağrısı Düzeylerinde Meydana Gelen Değişimler.

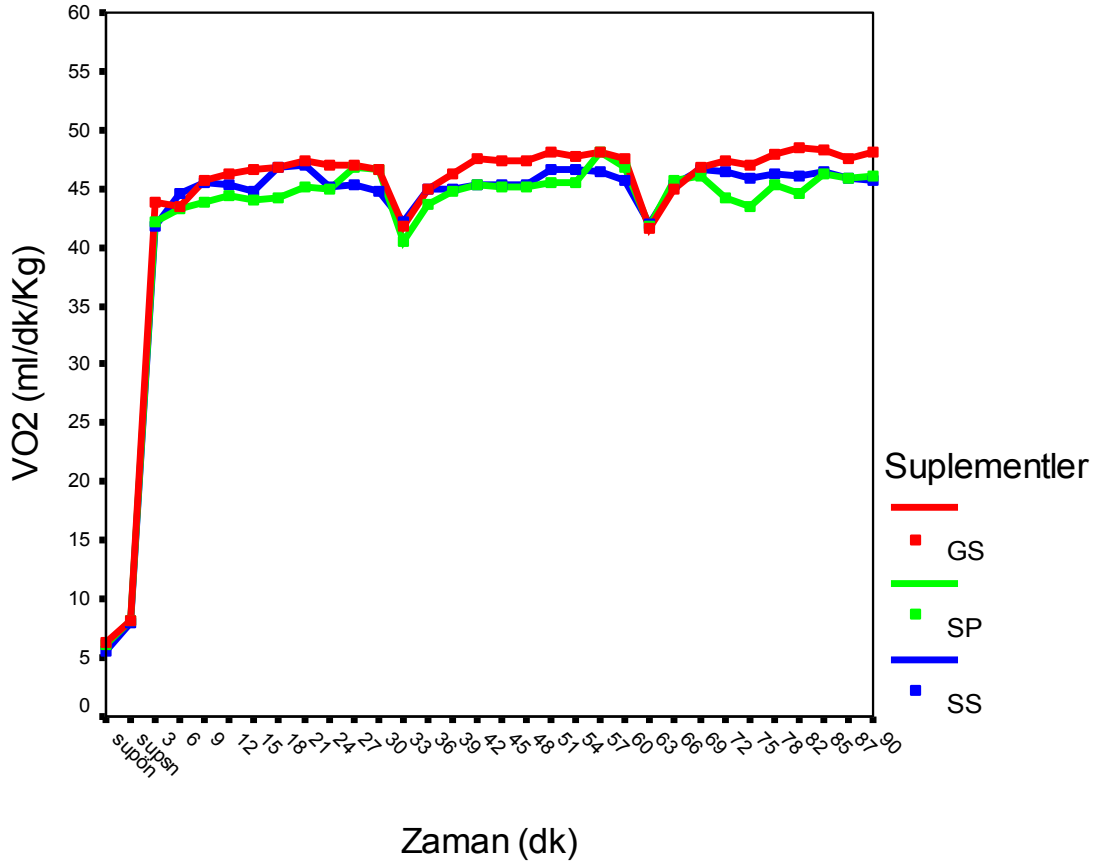
Tablo 4.18’de, supplement öncesi, supplement sonrası ve egzersizin her üç dakikalık periyotlarında ölçülen VO_2 ortalamalarına ilişkin değerler ve istatistiksel sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.18. Her Üç Supplement Takviyesindeki VO₂ Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 8	VO ₂ (ml/dk/Kg)		
	$\bar{x} \pm Ss$		
	GS	SP	SS
Zaman (Dk)	X ± Ss	X ± Ss	X ± Ss
SpÖn	6.30 ± 1.32	6.14 ± 0.79	5.60 ± 1.13
SpSn	8.17 ± 2.95	8.14 ± 1.32	8.03 ± 4.31
3	43.87 ± 5.20	42.18 ± 6.43	41.71 ± 4.78
6	43.53 ± 7.34	43.29 ± 6.53	44.49 ± 5.74
9	45.77 ± 4.15	43.77 ± 6.67	45.55 ± 5.32
12	46.22 ± 3.35	44.40 ± 6.33	45.31 ± 5.27
15	46.56 ± 4.01	44.03 ± 6.04	44.81 ± 6.15
18	46.73 ± 4.39	44.19 ± 6.54	46.80 ± 8.25
21	47.39 ± 4.74	45.21 ± 6.32	46.99 ± 8.42
24	46.92 ± 4.17	44.93 ± 6.03	45.12 ± 5.18
27	46.92 ± 3.88	46.74 ± 5.30	45.28 ± 5.12
30	46.61 ± 4.14	46.57 ± 5.29	44.83 ± 4.83
33	41.77 ± 3.90	40.53 ± 7.26	42.20 ± 6.44
36	44.96 ± 2.54	43.61 ± 7.04	44.86 ± 4.23
39	46.26 ± 3.79	44.78 ± 6.64	44.91 ± 3.13
42	47.55 ± 3.86	45.35 ± 6.74	45.25 ± 2.92
45	46.30 ± 4.07	45.15 ± 5.99	45.36 ± 2.77
48	47.32 ± 4.32	45.11 ± 6.19	45.36 ± 3.26
51	48.14 ± 4.22	45.48 ± 6.62	46.58 ± 4.34
54	47.83 ± 3.55	45.57 ± 6.29	46.66 ± 3.98
57	48.06 ± 4.05	48.12 ± 6.58	46.48 ± 4.00
60	47.59 ± 3.51	46.86 ± 6.98	45.66 ± 4.08
63	41.68 ± 4.38	41.74 ± 7.39	41.99 ± 3.52
66	45.03 ± 3.02	45.68 ± 6.82	45.35 ± 4.09
69	46.90 ± 3.05	45.98 ± 4.95	46.66 ± 2.79
72	47.30 ± 3.80	44.20 ± 6.36	46.44 ± 3.29
75	46.93 ± 4.45	43.40 ± 5.66	45.85 ± 3.35
78	47.92 ± 4.64	45.27 ± 4.20	46.18 ± 3.19
81	48.51 ± 4.30	44.60 ± 4.34	46.11 ± 3.88
84	48.29 ± 3.45	46.23 ± 4.53	46.46 ± 3.61
87	47.61 ± 4.62	45.86 ± 4.44	45.95 ± 3.32
90	48.03 ± 3.47	46.07 ± 4.93	45.79 ± 3.86
	0.000	0.000	0.000
Psup	0.618		
Pzam	0.000		

VO₂ değerleri tekrarlı ölçümlerde varyans analizi test sonuçlarında supplementler arasında ($F_{sup} = 0.499$) anlamlı farkların olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Zaman içindeki değişimler ($F_{zam} = 208.357$) açısından değerlendirildiğinde ise aralarında anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$),

Grafik 4.18’de, her üç supplement takviyesindeki VO₂ değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.18. Supplement Öncesi, Supplement Sonrası ve 90 Dakikalık Koşu Sırasındaki Üçer Dakikalık Periyotlarda Ölçülen VO₂ Değerlerindeki Değişimler.

Tablo 4.19’de, supplement öncesi, supplement sonrası ve egzersizin her üç dakikalık periyotlarında ölçülen VCO₂ ortalamalarına ilişkin değerler ve istatistiksel sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.19. Her Üç Supplement Takviyesindeki VCO₂ Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 8	VCO ₂ (ml/dk/Kg)				
	GS	SP	SS		
Zaman (dk)	X ± Ss	X ± Ss	X ± Ss		
SpÖn	4.32 ± 0.66	4.55 ± 5.65	4.18 ± 3.06	P _{SÖ}	0.704
SpSn	5.92 ± 2.15	6.42 ± 6.63	6.23 ± 0.99	P _{SS}	0.907
3	32.07 ± 5.05	33.77 ± 6.42	31.34 ± 3.18	P ₃	0.203
6	34.50 ± 4.20	35.97 ± 6.13	34.26 ± 3.06	P ₆	0.452
9	34.60 ± 3.74	36.26 ± 2.78	34.45 ± 3.55	P ₉	0.854
12	35.06 ± 3.53	36.65 ± 2.55	34.85 ± 2.91	P ₁₂	0.313
15	34.72 ± 3.47	36.44 ± 3.18	33.95 ± 3.34	P ₁₅	0.183
18	34.76 ± 3.78	36.49 ± 3.21	34.17 ± 3.05	P ₁₈	0.615
21	34.93 ± 4.28	36.89 ± 2.44	33.86 ± 3.53	P ₂₁	0.353
24	34.82 ± 3.86	36.43 ± 2.67	33.57 ± 3.05	P ₂₄	0.051
27	34.34 ± 3.31	35.27 ± 2.62	33.31 ± 3.18	P ₂₇	0.113
30	34.24 ± 3.64	35.47 ± 2.86	32.65 ± 3.06	P ₃₀	0.042
33	30.13 ± 2.84	30.97 ± 2.94	28.62 ± 2.77	P ₃₃	0.153
36	33.11 ± 2.43	34.06 ± 3.06	31.79 ± 3.99	P ₃₆	0.091
39	33.73 ± 2.69	34.66 ± 2.74	32.77 ± 3.61	P ₃₉	0.157
42	34.70 ± 3.35	35.51 ± 3.06	33.27 ± 3.68	P ₄₂	0.064
45	34.47 ± 3.79	35.48 ± 5.65	32.81 ± 3.36	P ₄₅	0.054
48	34.20 ± 3.47	35.71 ± 6.63	32.56 ± 3.24	P ₄₈	0.072
51	34.95 ± 3.74	35.95 ± 6.42	33.03 ± 3.54	P ₅₁	0.062
54	34.68 ± 3.31	35.85 ± 6.13	33.06 ± 3.00	P ₅₄	0.073
57	34.49 ± 3.47	34.21 ± 2.78	32.66 ± 3.16	P ₅₇	0.104
60	34.41 ± 3.23	33.59 ± 2.55	32.26 ± 3.54	P ₆₀	0.030
63	29.98 ± 3.47	27.70 ± 3.18	28.77 ± 4.01	P ₆₃	0.035
66	32.81 ± 3.63	32.09 ± 3.21	31.58 ± 3.91	P ₆₆	0.209
69	33.92 ± 3.28	33.27 ± 2.44	33.03 ± 2.83	P ₆₉	0.457
72	34.34 ± 3.30	33.60 ± 2.67	32.84 ± 2.90	P ₇₂	0.200
75	33.90 ± 3.24	32.57 ± 2.62	32.64 ± 3.30	P ₇₅	0.189
78	34.08 ± 3.03	32.92 ± 2.86	32.59 ± 3.32	P ₇₈	0.182
81	34.05 ± 3.27	32.82 ± 2.94	32.36 ± 3.16	P ₈₁	0.050
84	34.10 ± 3.79	33.01 ± 3.06	32.55 ± 3.51	P ₈₄	0.182
87	34.18 ± 3.00	32.51 ± 2.74	32.50 ± 3.63	P ₈₇	0.126
90	33.45 ± 3.09	32.59 ± 3.06	32.29 ± 3.71	P ₉₀	0.382
	0.000	0.000	0.000		
P _{sup}	0.025				
P _{zaman}	0.000				

Tablo 4.19’da, VCO₂ açısından supplementler arasında ($F_{sup} = 4.854$) ve zaman içindeki değişimlerde ($F_{zam} = 237.789$) anlamlı farkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Supplementler arasındaki anlamlı farklılıkların 30, 60 ve 63. dakikalarında olduğu ve bu farkların hangi supplementler arasında olduğu LSD testi ile belirlenmiş ve tablo 4.20.1, 4.20.2 ve 4.20.3’de’de belirtilmiştir.

Tablo 4.19.1. Egzersizin 30. dk.'da Zaman İçindeki VCO₂ Değerlerinin İkişerli Karşılaştırılmasında Ortalamalar Arası Farklar (LSD sonucu).

SUP	SUP	ORT. ARASI FARK	Sd	p
GS	SP	-1.231	1.178	0.330
	SS	1.588	0.853	0.105
SP	GS	1.231	1.178	0.330
	SS	2.819*	0.928	0.019

Tablo 4.19.1'de 30. dakikada VCO₂ değerlerindeki farklılığın sadece SP ile SS arasında olduğu, GS ile SP ve SS arasında bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir (P>0.05).

Tablo 4.19.2. Egzersizin 60. dk.'da, Zaman İçindeki VCO₂ Değerlerinin İkişerli Karşılaştırılmasında Ortalamalar Arası Farklar.

SUP	SUP	ORT. ARASI FARK	Sd	p
GS	SP	0.823	0.913	0.397
	SS	2.148*	0.364	0.001
SP	GS	-0.823	0.913	0.397
	SS	1.325	0.758	0.124

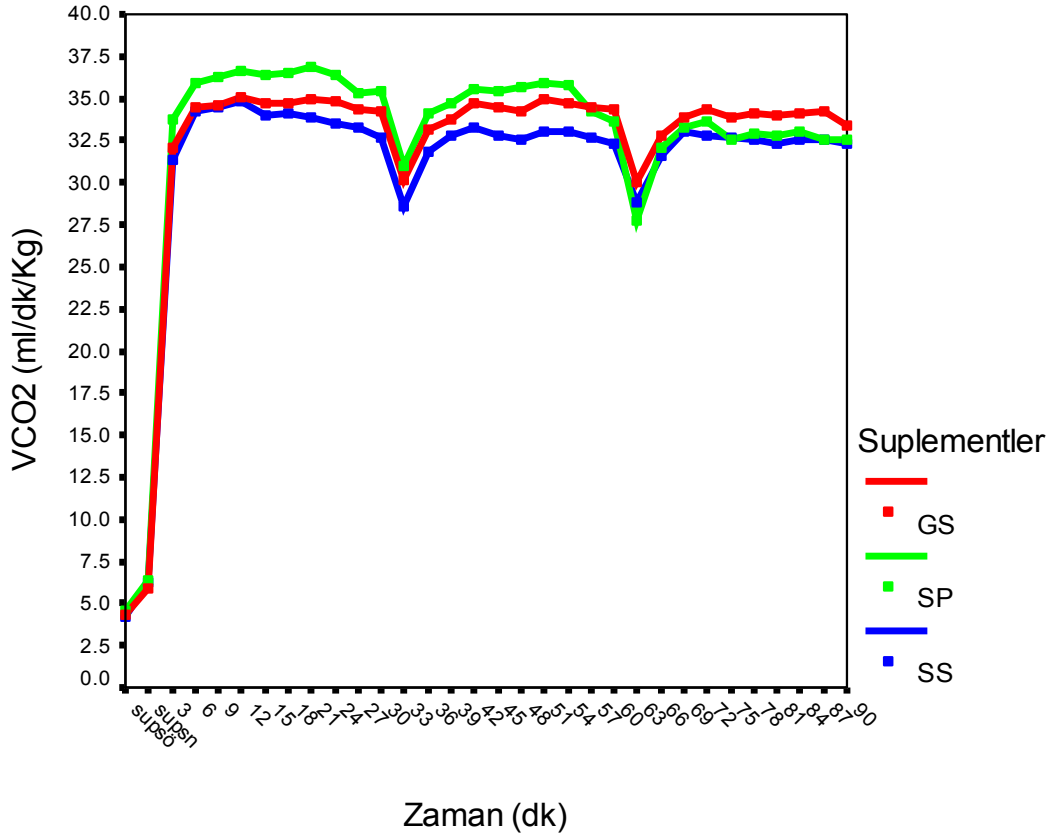
Tablo 4.19.2'de, 60. dk'da VCO₂ değerlerindeki farklılığın sadece GS ile SS arasında olduğu, GS ile SP ve SP ile SS arasında bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.19.3. Egzersizin 63. dk.'da, Zaman İçindeki VCO₂ Değerlerinin İkişerli Karşılaştırılmasında Ortalamalar Arası Farklar.

SUP	SUP	ORT. ARASI FARK	Sd	p
GS	SP	2.281*	0.850	0.031
	SS	1.208*	0.352	0.011
SP	GS	-2.281*	0.850	0.031
	SS	-1.073	0.983	0.311

Tablo 4.19.3'de 63. dakikada VCO₂ değerlerindeki anlamlı farklılıkların GS ile SP, GS ile SS ve arasında olduğu, SP ile SS arasında ise bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Grafik 4.19’da her üç supplement takviyesindeki VCO_2 değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.19. Supplement Öncesi, Sonrası ve 90 Dakikalık Koşu Sırasındaki Üçer Dakikalık Periyotlarda Ölçülen VCO_2 Değerlerindeki Değişimler.

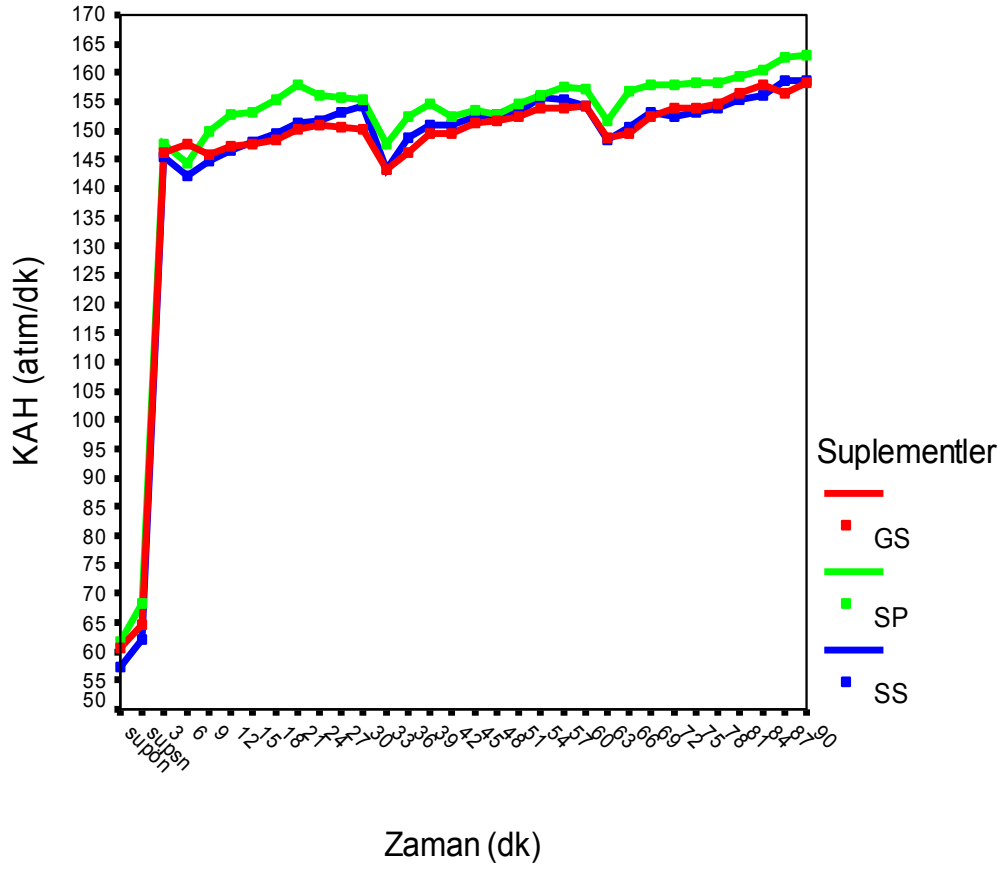
Tablo 4.20’de hiperhidrasyon öncesi, hiperhidrasyon sonrası ve egzersizin her üç dakikalık periyotlarında ölçülen KAH ortalamalarına ilişkin değerler ve istatistiksel sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.20. Her Üç Supplement Denemesindeki KAH Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 8	KAH (Atım /dk)		
	$\bar{x} \pm Ss$		
	GS	SP	SS
Zaman (dk)	X \pm Ss	X \pm Ss	X \pm Ss
SpÖn	60.73 \pm 9.29	61.70 \pm 11.81	57.19 \pm 11.16
SpSn	64.75 \pm 11.13	68.22 \pm 14.63	62.03 \pm 16.56
3	146.38 \pm 13.00	147.80 \pm 14.04	145.38 \pm 15.90
6	147.77 \pm 15.69	144.40 \pm 11.60	142.28 \pm 6.88
9	145.72 \pm 9.31	150.05 \pm 9.71	144.73 \pm 7.95
12	147.21 \pm 9.51	152.70 \pm 11.91	146.47 \pm 8.95
15	147.53 \pm 8.99	153.32 \pm 11.48	148.03 \pm 9.20
18	148.37 \pm 10.49	155.52 \pm 13.58	149.53 \pm 12.99
21	150.12 \pm 12.95	157.85 \pm 13.41	151.23 \pm 13.96
24	150.95 \pm 13.37	156.15 \pm 9.67	151.86 \pm 12.18
27	150.48 \pm 13.70	155.72 \pm 9.28	153.11 \pm 12.45
30	150.23 \pm 15.18	155.22 \pm 10.66	154.33 \pm 12.70
33	143.15 \pm 13.20	147.52 \pm 13.43	143.41 \pm 14.53
36	146.26 \pm 13.87	152.30 \pm 12.15	148.90 \pm 14.13
39	149.44 \pm 14.06	154.62 \pm 10.78	151.01 \pm 13.62
42	149.44 \pm 13.37	152.36 \pm 9.72	150.86 \pm 12.70
45	151.18 \pm 12.72	153.45 \pm 9.87	152.44 \pm 12.35
48	151.76 \pm 13.06	152.82 \pm 9.84	152.90 \pm 11.55
51	152.39 \pm 14.08	154.50 \pm 9.08	153.27 \pm 10.21
54	153.76 \pm 14.47	156.00 \pm 10.47	155.90 \pm 10.77
57	154.03 \pm 14.67	157.44 \pm 9.42	155.21 \pm 9.27
60	154.41 \pm 13.83	157.36 \pm 8.58	154.10 \pm 10.10
63	148.67 \pm 14.74	151.71 \pm 13.31	148.43 \pm 15.30
66	149.44 \pm 11.99	156.91 \pm 13.03	150.50 \pm 12.52
69	152.56 \pm 11.30	157.78 \pm 10.81	153.17 \pm 11.82
72	153.75 \pm 13.42	158.00 \pm 9.29	152.35 \pm 10.00
75	153.82 \pm 11.68	158.36 \pm 8.40	153.14 \pm 9.58
78	154.63 \pm 11.69	158.41 \pm 8.63	153.85 \pm 10.25
81	156.39 \pm 12.65	159.32 \pm 10.41	155.44 \pm 10.23
84	157.91 \pm 12.70	160.59 \pm 11.68	155.95 \pm 10.96
87	156.64 \pm 12.82	162.73 \pm 9.82	158.77 \pm 10.04
90	158.43 \pm 13.00	163.21 \pm 11.71	158.83 \pm 11.33
	0.000	0.000	0.000
P _{sup}	0.141		
P _{zaman}	0.000		

KAH değerlerinde supplementler arasındaki farklılıkların ($F_{sup} = 2.257$) istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenirken ($p > 0.05$), zaman içindeki değişimlerde ($F_{zam} = 154.327$) istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0.05$).

Grafik 4.20’de üç farklı suplement takviyesindeki KAH değerlerindeki değişimler gösterilmiştir.



Grafik 4.20. Supplement Öncesi, Supplement Sonrası ve Egzersizin Üçer Dakikalık Periyotlarında Ölçülen KAH Değerlerindeki Değişimler.

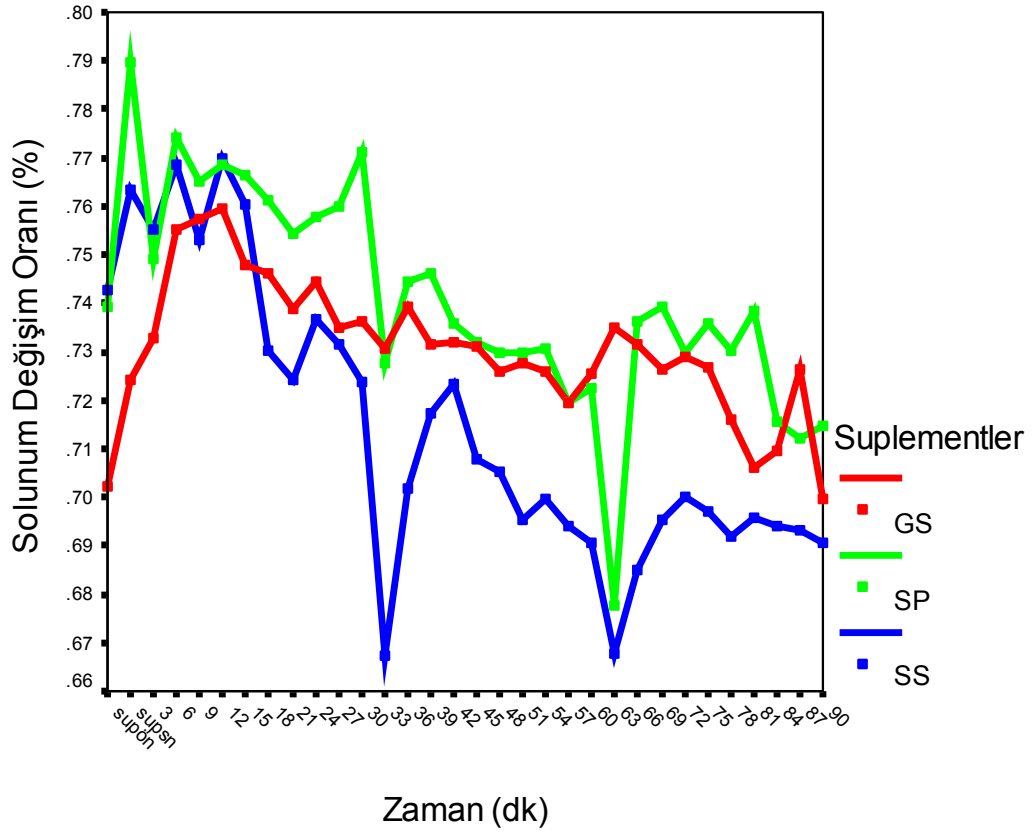
Tablo 4.21’de, supplement öncesi, supplement sonrası ve egzersizin her üç dakikalık periyotlarında ölçülen RER ortalamalarına ilişkin değerler ve istatistiksel sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.21. Her Üç Supplement Denemesindeki RER Ölçüm Değerleri ($\bar{x} \pm Ss$) ve Anova Sonuçları.

n = 8	RER		
	$\bar{x} \pm Ss$		
	GS	SP	SS
Zaman (dk)	X ± Ss	X ± Ss	X ± Ss
SpÖn	0.70 ± 0.09	0.74 ± 0.07	0.74 ± 0.07
SpSn	0.72 ± 0.09	0.79 ± 0.07	0.76 ± 0.08
3	0.73 ± 0.09	0.75 ± 0.05	0.76 ± 0.06
6	0.76 ± 0.08	0.77 ± 0.06	0.77 ± 0.05
9	0.76 ± 0.06	0.77 ± 0.05	0.75 ± 0.06
12	0.76 ± 0.06	0.77 ± 0.05	0.77 ± 0.05
15	0.75 ± 0.06	0.77 ± 0.05	0.76 ± 0.05
18	0.75 ± 0.06	0.76 ± 0.06	0.73 ± 0.07
21	0.74 ± 0.06	0.75 ± 0.05	0.72 ± 0.07
24	0.74 ± 0.07	0.76 ± 0.04	0.74 ± 0.05
27	0.73 ± 0.07	0.76 ± 0.05	0.73 ± 0.05
30	0.74 ± 0.06	0.77 ± 0.08	0.72 ± 0.05
33	0.73 ± 0.08	0.73 ± 0.07	0.67 ± 0.08
36	0.74 ± 0.06	0.74 ± 0.06	0.70 ± 0.06
39	0.73 ± 0.05	0.75 ± 0.06	0.72 ± 0.06
42	0.73 ± 5.67	0.74 ± 4.61	0.72 ± 5.37
45	0.73 ± 0.07	0.73 ± 0.04	0.71 ± 0.05
48	0.73 ± 0.06	0.73 ± .04	0.71 ± 0.05
51	0.73 ± 0.05	0.73 ± 0.05	0.70 ± 0.05
54	0.73 ± 0.05	0.73 ± 0.05	0.70 ± 0.05
57	0.72 ± 0.06	0.72 ± 0.07	0.69 ± 0.04
60	0.73 ± 0.06	0.72 ± 0.08	0.69 ± 0.05
63	0.74 ± 0.11	0.68 ± 0.07	0.67 ± 0.06
66	0.73 ± 0.09	0.74 ± 0.11	0.68 ± 0.06
69	0.73 ± 0.08	0.74 ± 0.06	0.70 ± 0.05
72	0.73 ± 0.07	0.73 ± 0.03	0.70 ± 0.06
75	0.73 ± 0.07	0.74 ± 0.06	0.70 ± 0.06
78	0.72 ± 0.07	0.73 ± 0.03	0.69 ± 0.05
81	0.71 ± 0.08	0.74 ± 0.05	0.70 ± 0.08
84	0.71 ± 0.08	0.72 ± 0.02	0.69 ± 0.07
87	0.73 ± 0.09	0.71 ± 0.02	0.69 ± 0.07
90	0.70 ± 7.03	0.71 ± 3.64	0.69 ± 7.40
	P_{GS} 0.171	P_{SP} 0.022	P_W 0.003
P_{sup}	0.514		
P_{zaman}	0.000		

Tablo 4.21’de görüldüğü gibi RER değerlerinde supplementler arasında ($F_{sup}=0.698$) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), zaman içindeki değişimlerde ($F_{zam}=8.077$) istatistiksel açıdan anlamlı farkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Grafik 4.21. üç farklı suplement takviyesindeki RER değerlerindeki değişimler gösterilmiştir.



BÖLÜM V

TARTIŞMA

Çalışmada; ağız yoluyla verilen üç farklı sıvı yükleme stratejisinin, sıcak ve nemli iklim şartlarında uzun mesafe koşucusu erkek sporcularda vücut su tutumuna, kardiyopulmoner sisteme ve termoregülasyon parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda gliserol supplementinden elde edilen bulgular, spor içeceği ve su supplementlerinden elde edilen bulgularla karşılaştırılarak aralarında anlamlı farklılıkların olup olmadığı saptanmıştır. Bu bölümde yaptığımız karşılaştırmalar sonucunda elde ettiğimiz tüm bulgular, literatürle karşılaştırılarak benzerlikleri ve farklılıkları tartışılmıştır.

5.1. Sıvı Desteklerinin Vücut Su Tutumu Üzerindeki Etkileri

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular neticesinde, gliserol desteği vücut su tutulmasında bir değişikliğe sebep olmamıştır. Fakat egzersiz sonuna kadar da sıvı kayıpları çok az düzeyde kalmıştır (Bkz. Tablo 4.2 ve 4.3). Gliserol supplementi (GS), spor içeceği supplementi (SP) ve saf su supplementi (SS) ile karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel açıdan anlamlı farklar gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bu sonuç, gliserol hiperhidrasyonunun, plasebo çözeltisine oranla sıvı tutumunu dikkate değer bir miktarda artırmadığını rapor eden Montner ve diğ.'nin (140) ortaya koydukları sonuçlarla aynı doğrultudadır. Latzka ve diğ. (115) egzersiz süresince deneklerini rehydrate ederek yaptıkları çalışmada da gliserol verilen grupla su verilen grup arasında TVS'de fark olmadığını vurgulamışlardır. Latzka başka bir çalışmasında da (116) gliserol ve su denemelerinden 60 dakika sonra TVS'lerde 1,50 ve 1,42 litre artış olduğunu fakat bu artışların gliserol ve su grupları arasında anlamlı düzeyde olmadığını bildirmiştir. Bu sonuçların aksine, Goulet ve diğ. (83)'nin yaptığı çalışmada gliserol hiperhidrasyonu, plasebo hiperhidrasyonu ile karşılaştırıldığında 2 saatlik bir periyotta TVS'yi fazladan 275 ml ($4 \text{ ml.kg}^{-1} \text{ VA}$) daha artırdığı bulunmuştur. Bu sonuç gliserol hiperhidrasyonunun, plasebo hiperhidrasyonu ile karşılaştırıldığında, 2 saatlik bir periyotta TVS'yi fazladan gliserolün ~ 250 , plasebonun ise 275 ml ($4 \text{ ml.kg}^{-1} \text{ VA}$) daha artırdığını söyleyen Freund ve diğ. (64)

ve Riedesel ve diğ. (168) ile örtüşmektedir. Bunun yanında, Hitchins ve diğ. (97), tüketim protokolünün ilk 30 dakikasında 1 g.kg^{-1} VA gliserolün yanında, 22 ml/kg/VA sulandırılmış sporcu içeceği kullanarak gliserol hiperhidrasyonunu, su hiperhidrasyonuyla karşılaştırıldığında 2 saatlik bir periyotta TVS'yi fazladan 500 ml (4 ml.kg^{-1} VA) daha artırdığını rapor etmişlerdir. Hitchins ve diğ. (97), sıvı tutumunun yüksek düzeyde olmasının nedenini, deneklerinin hiperhidrasyon periyodu öncesinde çok iyi hidrasyon oluşturmuş olmalarından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Coutts (52) gliserol ve plasebo grupları arasında sıvı tutumundaki farkın, ılık günde yapılan egzersizde sıcak güne göre yapılan egzersizden fazla olduğunu (ılık 490 ml , sıcak 230 ml) bildirerek sıvı tutumundaki tartışmalara yeni bir boyut kazandırmıştır. O'Brein ve diğ. (162), $20-24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta yaptıkları çalışmalarında, gliserol solüsyonundaki TVS'nin (583 ml) suya (424 ml) göre anlamlı düzeyde fazla olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bu sıvı tutum miktarları tartışılırken Scheet ve diğ. (183) gliserol tarafından tutulan sıvı miktarının yaklaşık 200 ml 'si TVS içerisindeki boşluklara dağıtıldığında, önemli termoregülatör ya da kardiyovasküler yararlar sağlayabilecek miktar olmadığını ifade etmişlerdir. Melin ve diğ. (132) ise, 120 dakikalık gliserol solüsyonu tüketimi sonunda oluşan hiperhidrasyon durumunu takip etmişler ve tüketilen sıvının ortalama $\% 77$ 'sinin kaybedilmediğini gözlemlemişlerdir. Sonuçta, 150 dakikalık periyotta benzer miktarlarda gliserol ve sıvı tüketimini uygulayan Lyons ve diğ. (122)'nin çalışma sonuçlarıyla aynı doğrultuda, tüketilen sıvının yalnızca $\% 40$ 'ının kaybolmayacağını öne süren Riedesel (168) ile örtüşmemiştir. Araştırmasında biyoelektrik impedans analizi uygulayan Koulmann ve diğ. (111) korunan sıvının, HDS ve HAS bölümleri arasında dağılacığını bildirmişlerdir. Gliserolün TVS içinde eşit bir şekilde dağılacığı gerçeğinden dolayı da bunun beklenen bir sonuç olduğunu açıklamışlardır. Bu doğrultuda gliserolün TVS içinde eşit şekilde yayılacağını rapor eden çalışmalar (119, 200), belli bir sıvı bölmesindeki sıvı genişlemesinin büyüklüğünün bu bölmenin hacmine bağlı olduğunu da öne sürmektedirler. Gliserol hiperhidrasyonu HAS ve HİS miktarlarını artırarak, plazma hacminde çok az etkileyerek önce TVS'yi artırmaktadır. Gliserol alımından sonra HDS'deki fazla su, egzersiz ve termal basınç boyunca PH'nin korunması, terlemenin artırılması ve vücut iç sıcaklığı yükselmesinin önlenmesi için hazır bulunmaktadır (122). Bizim

çalışmamızda ise, uygulanan her üç suplement için TVS, suplement öncesi ölçüm değerleriyle (GS: 38.96, SP: 39.12, SS: 38.78 lt) suplement sonrası ölçüm değerleri (GS: 38.96, SP: 38.95, SS: 38.85 lt) arasında anlamlı artışlar olmamış hatta SP'de düşme bile görülmüştür. Bu durumun sebebi olarak, sıvı yükleme evresinde deneklerin çok sık idrar atımı gerçekleştirmeleri sonucunda sıvı bölmelerindeki sıvı kaybının fazla olması gösterilebilir. Bu görüşe destek olarakta sıvı yükleme evresi sonunda ölçülen VA değerlerinde bir artış olmaması gösterilebilir (Bkz. Tablo 4.1.).

PH, HAS ve HİS'de oluşan değişikliklerin TVS'de ne derece değişikliğe yol açabileceğinin belirlenmesi amaçlı çalışmada (50), vücut ağırlığında % 2'lik bir azalma ile oluşturulan hipohidrasyon boyunca, toplam sıvı kaybına PH'nin % 10'luk, HAS'ın % 60'lık ve HİS'in % 30'luk bir katkısının olduğunu bildirmişlerdir. İnsanların dehidrasyona (% 5'lik VA kaybı) uğradığı bir başka çalışmada (112), PH'nin % 11'lik, HAS'nin % 27'lik ve HİS'nin % 62'lik etkileriyle TVS'de kayıpların olduğu bildirilmiştir. Her iki çalışmada (50, 112) PH'nin su kaybına yaptığı katkının, su kaybı seviyesinin artırılması ile değiştirilemeyeceği konusunda aynı görüştedir. Su kaybı arttıkça HAS katkısında azalma, HİS'de ise artma eğilimi görüldüğü rapor edilmiştir (112). Bu araştırmalar (50, 112), terleme sırasında meydana gelecek su kayıpları, plazmada meydana gelen su kaybının HAS ve HİS'deki su kaybına göre daha az olduğunu savunmaktadırlar. Magal ve diğ. (124) hem egzersiz öncesinde hem de sonrasında gliserol alınarak yapılan, sürekli hareket gerektiren veya gerektirmeyen spor oyunlarındaki hidrasyon düzeyini inceleyen hiçbir çalışmanın yapılmadığını belirtmişlerdir. Özellikle gliserol hiperhidrasyonu ve egzersiz sonrası rehidrasyonun tenis oyunu üzerindeki etkilerinin araştırılmamış olduğunu belirtmişler ve tenisçiler üzerinde gliserol ve su alımının hidrasyon düzeyine ve tenis performansı üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada, daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarını destekler nitelikte sonuçlar bulmuşlardır. Gliserol hiperhidrasyonunun plazma hacminin yaklaşık % 7 oranında genişlemesine yol açtığını, buna sebep olarak da plazma hacmi genişlemesini sağlayan vasküler boşluğa su geçmesine neden olan plazma gliserol artışına bir tepki olabileceğini belirtmişlerdir. Fakat egzersiz sırasında oluşan hipohidrasyonun sonucu plazma volumünün tümünü telafi edememiştir. Çalışmasının her iki denemesinde de hipohidrasyon yaklaşık % 27

olmuş ve farklar anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca egzersiz aşamasındaki plazma hacmi hem plasebo grubunda (% 13) hem de gliserol grubunda (% 11) daha önceki çalışmalara benzer şekilde düşmüştür. Sonuç olarak, gerek egzersizden önce gerekse sonrasında alınan sıvıların, hidrasyon durumunu iyileştirerek plazma hacmini önemli ölçüde genişlettiğini bildirmişlerdir.

Bizim araştırmamızda supön-supsn PH değişiminin, egzersizle birlikte düştüğü fakat egzersiz sonuna kadar geçen süre içerisinde tekrar yükseldiği gözlenmiştir. PH'deki genel ortalama değişiminin yüksek düzeyde olması (Bkz. Grafik 4.9.) ve egzersiz sonuna kadar VA'lardaki düşüşlerin % 1'in altında kalması, çalışmamızda hipohidrasyonun oluşmadığının bir göstergesidir. Bunların yanında kan hacminde GS'li grupta zamanla düşmeler olsada bu düşmelerin supplementler arasında değil, periyotlar arasında olduğu belirlenmiştir. Kan hacmi genel sonuçlarına bakıldığında tüm egzersiz süresince kan hacmindeki genel ortalamanın negatif yönde olmadığı görülmüştür (Bkz. Grafik 4.8).

Çalışmamızdaki deneklerin serum ozmolalite değerlerinde, supplement alımları öncesi (GS: $289,78 \pm 2,99$; SP: $291,67 \pm 4,21$; SS: $288,00 \pm 2,18$ mosm/kg) yaklaşık aynı düzeyde oldukları gözlenmiştir ($p>0.05$), (Bkz. Tablo 4.10). Supplement alımı sonrası ile egzersiz sonrası ozmolalite değerlerinde farklılıklar gözlenirken, supplementler arasında anlamlı farklılıklara rastlanılmamıştır ($p>0.05$). Bunun yanı sıra GS'de egzersizin başlamasıyla beraber ozmolalite değerlerinde anlamlı düzeyde artışlar meydana gelmiştir ($p<0.05$). Fakat SP ve SS'deki artışların anlamlı düzeyde olmadığı ($p>0.05$) gözlenmiştir. Marino ve diğ. (125) 7 denek üzerinde plasebo ve gliserollü içecek kullandığı çalışmasında, deneklerin başlangıç ozmolalite değerlerini Plasebo grubunda: 281 ± 2 , gliserol grubunda: 282 ± 1 mOsm/kg olarak belirlemiştir. Ozmolalite zamanla yükselmesine rağmen, tek önemli farkın plasebonun egzersiz öncesi değerleriyle egzersiz sonundaki değerleri olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmaya paralel olarak, beş farklı içecek uygulanan ve plazma ozmolaliteleri sırasıyla 282, 283, 284, 284 ve 284 mOsm/kg olarak başlanan çalışmada (169), sıcaklık stres testi uygulanan ve 8 denekten oluşan 4 farklı grup oluşturulmuştur (sıvı verilen ve verilmeyen gliserol grubu ile sıvı verilen ve verilmeyen su grubu). Egzersiz öncesi plazma ozmolalite değerleri, sıvı verilen ve verilmeyen gliserol

grubunda diğer gruplardan yüksek bulunmuştur. Egzersiz esnasında plazma ozmolalitesi sıvı verilmeyen gliserol ve su gruplarında artarken, diğer gruplarda değişmemiştir. Antrenmansız deneklerde egzersiz sırasında Stroke Volümü (SV) artıran akut plazma hacmi genişlemesi gözlenmekte fakat dayanıklılık çalışması yapmış sporcularda doğal olarak genişlemiş plazma hacmi bulunduğundan aynı sonuç gözlenmemektedir. Plazma hacminin akut genişlemesi ter oranını etkilemezken merkezi sıcaklık üzerinde asgari etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. Latzka ve diğ. (115) her iki hiperhidrasyonun da (su ve gliserol) TVS'yi benzer oranda artırdığından dolayı, gliserol hiperhidrasyonunun hiçbir avantajının olmadığını belirtmişlerdir. Gliserol supplementinin plazma ozmolalitesini artırdığı belirtilen çalışmaların oldukça fazla olduğu belirtilse de (169), bizim çalışmamızdaki bulgular literatürü destekler nitelikte değildir. Bunların yanında serum sodyum düzeyindeki değişimler de, serum ozmolalitesini etkileyeceğinden, serum ozmolalitesinin birinci derecede belirleyicisini serum Na^+ miktarı olduğu bildirilmiştir (158). Noakes (158) serum Na^+ ve serum ozmolalitesindeki artışın özofajiyal sıcaklık derecelerinin yükselmesiyle bağlantılı olduğunu ve çok yüksek sıcaklıkta görülen terlememe durumunun ortaya çıkmasına sebep olabileceğini belirtmiştir. Bununla bağlantılı olarak bir çalışmada (169), egzersizler sırasında alınan sıvıların serum Na^+ 'unun ve serum ozmolalitesinin yükselmesini önleyeceği ifade edilmiştir. Goulet (82) hiç sıvı almama durumunu su alma denemesiyle karşılaştırdığında, alınan miktarın kullanımı sırasında plazma Na^+ konsantrasyonunda artış gözlemlenmiştir. Gliserol hiperhidrasyonunun kan ozmolalitesini ve elektrolit içeriğini azaltmasının performansı geliştirebilmek için bir alternatif olabileceği vurgulanmaktadır. Bu değişikliklerin kas ya da merkezi yorgunluğun başlamasını erteleyebileceğide ayrıca ifade edilmektedir (97).

Gliserol hiperhidrasyonunun idrar atım miktarını su hiperhidrasyonuna nazaran daha yüksek oranda azalttığından, çoğu çalışma gliserol hiperhidrasyonun etkin bir idrar tutma ajanı olduğunu belirtmektedir (6, 52, 64, 83, 97, 109, 122, 124, 126, 132, 140, 141, 168, 184). Gliserolün idrar atım miktarını düşürdüğünü belirten çalışmalara tezat olarak bizim çalışmamızda, GS'nin supplement verilmesi sonrası idrar atım miktarlarında SP ve SS'ye nazaran daha düşük sonuç vermesi beklenirken aksine yüksek sonuçlar vermiştir ($p>0.05$), (Bkz. Tablo 4.3). Fakat bu sonucun

yanında egzersizin 30. dakikasında idrar atım miktarları GS'de, SP ve SS'ye nazaran anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte çalışmalar olsa da (99, 115, 116, 146, 183) bunlar azınlıkta kalmaktadır. Latzka ve diğ. (115) gliserolü plasebo ile karşılaştırdığında, gliserol hiperhidrasyonunun sıcak ortamda VO_{2max} 'ın % 45'inde yapılan 2 saatlik yürüme egzersizi sırasında idrar atımını düşürmediğini rapor etmişlerdir. Montner ve diğ. (140) plasebo ile karşılaştırıldığında gliserol hiperhidrasyonunun, % 74 VO_{2max} 'da yapılan bir bisiklete binme egzersizinde, idrar üretimi üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır. Rehidrasyon denemeli bir çalışmada (183), idrar atım miktarı gliserol denemesinde kayda değer miktarda yüksek bulunmuştur. Fakat rehidrasyon periyodunun son saatinde, idrar atım miktarının kontrol denemesinden çok daha yüksek değerlere ulaştığı ifade edilmiştir. Gliserol ve kontrol grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmasına karşın, bütün rehidrasyon periyodu sırasında toplam idrar atım miktarlarının kontrol denemeleri için 2997 ml, gliserol denemeleri içinse 2479 ml bulunmuştur. Bu farklılıkların fizyolojik olarak önemli olmadığı Schett (183) tarafından vurgulanmıştır. Diğer bir yandan da idrar çıktısındaki farkın yaklaşık 500 ml düzeylerinde olduğu belirlenmiş ve bu miktarın sıvı bölmeleri arasında dağıtıldığında yalnızca % 1'lik bir TVS artışına yol açtığı bildirilmiştir (183). Tüketilen sıvı yalnızca hücre dışı sıvı bölmelerine dağılmış olsa bile hücre dışı sıvı bölmelerinde yaklaşık % 5,7'lik bir artışa sebep olabileceğini de rapor etmiştir. Goulet (83) egzersiz esnasında gliserolün plaseboya göre idrar hacminde % 100'lük düşüşe neden olduğundan bahsetmiştir. Gliserolün anti idrar söktürücü bir solüsyon olduğunu bildirmiş ve gliserolün bu özelliğini egzersizin sonuna kadar sürdürebildiğini savunmuştur. Diğer yandan gliserol ile plasebo arasında egzersiz sonunda gözlemlenen sıvı tutumu arasındaki bu anlamlı farkların egzersiz sonunda elde edilen değerlerle değil, gliserol hiperhidrasyon periyotlarının sonunda elde edilen değerlerle (64, 97, 142) uyduğudur.

Bunun yanında idrar dansite değerlerinin dehidrasyon değerlendirmesi açısından bir kriter olduğu düşünülecek olursa, çalışmamızda kullandığımız denekler yaklaşık aynı idrar dansitesiyle testlere başlamışlardır (GS: 1.007, SP: 1.009, SS: 1.011 usg), ($p>0.05$). Egzersizin sonunda (90 dk) alınan idrar dansitesi sonuçlarına bakıldığında (GS: 1.018, SP: 1.017, SS: 1.014 usg), deneklerin dehidrate olmadan

egzersizi tamamlayabildikleri gözlemlenmiştir (Bkz. tablo. 4.4). Deneklerin her üç supplement yüklemesiyle dehidrate olmadıkları anlaşılrsa da, egzersizin 30, 60 ve 90 dakikalarında GS denemesindeki İD sonuçlarının beklenenin aksine SP ve SS denemelerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir (Bkz. Tablo 4.4). GS denemesinde, SP ve SS denemelerine göre daha öhidrate durumda egzersizi bitirmesi beklense de, sonuçta üç supplement arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir.

Çalışmamızda ADH ve Aldosteron gibi hormon değerlerine bakılmamış olsa da, Freund'un (64) çalışmasındaki idrar elektrolitleri sonuçları açısından benzer durumlar ortaya çıkmıştır. GS'de idrar Na^+ değerlerine baktığımızda (Supön: 131.44 ± 62.84 , Supsn: 38.33 ± 21.68 , Egzsn (90.Dk): 69.38 ± 37.68 mEq/l) 90 dakikalık egzersiz süresinde zamanlar arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$), (Bkz. Tablo 4.5). Bu durumda GS'li grupta Na^+ 'un supsn döneminde büyük oranda düşüş göstermesine karşın, egzersizin sonunda tekrar bir yükselme eğiliminde olduğunu bu yükselmenin de renal sistemde Na^+ 'un tekrar geri emiliminin olabileceği kanaatini uyandırmıştır. SP ve SS denemeleri Na^+ değerlerinde çok az bir artış olmuş fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). SP ve SS denemelerinde, egzersizle beraber Na^+ değerleri, GS denemesine göre daha hafif bir düşme göstermiştir. Fakat tüm bu düşüslere rağmen her üç denemede egzersiz süresince belirlenen Na^+ değerlerinde anlamlı farklılıklara rastlanılmamıştır ($p>0.05$). Melin ve diğ. (132) gliserol hiperhidrasyonunun hormonal ve renal tepkileriyle ilgili çalışmalarında, hem hiperhidrasyon hem de kontrol denemelerinin sonlarında renal elektrolit atımında bir azalma gözlemişlerdir. Bu azalmanın, renal tüplerdeki elektrolitlerin geri emilimi ya da atılımındaki değişimle açıklanamayacağını belirtmişlerdir. Renal elektrolit atımında görülen azalmanın renal konsantre kabiliyetindeki düşüş sonucu gerçekleşen idrar ozmolalitesindeki azalma ile açıklanabileceği ve bunun yanında da idrar akış hızının artmasıyla yeterince düzenlenemediğini rapor etmişlerdir. Gleeson (76) üç farklı gliserol miktarı (0.5, 1.0, 1.5 gr/kg) vererek yaptığı çalışmada, her üç miktarın idrar elektrolitlerinden K^+ ve Cl^- değerlerinde bir değişikliğe yol açmadığını fakat Na^+ değerlerinde sadece 1.0 ve 1.5 gr/kg'lık gliserol alımından 120 dakika sonra artışlar olduğunu rapor etmiştir. Gliserol alımından sonra idrar ozmolalitesindeki ve elektrolitlerindeki değişiklik

değerlerinin tüm vücut elektrolit değerleri düşünüldüğünde pek anlamlı olmadığını belirtmiştir (76). Çalışmamızda K^+ ve Cl^- değerlerinde suplementler arasında egzersiz süresince meydana gelen yükselme ve düşmelerin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$), (Bkz. Tablo 4.6 ve 4.7)

5.2. Sıvı Desteklerinin Metabolik Parametreler Üzerindeki Etkileri

Gliserol iskelet kaslarında doğrudan okside olmasa da (153, 196) hepatik glikoneogenez için bir substrat olarak görülmektedir (21, 119). Gliserolün, özellikle karaciğerde (21, 119), glikoza dönüşmesi glikoz alımının metabolik yan etkilerini engelleyecek derecede yavaş gerçekleşmektedir. Gliserolün bu özellikleri Terblanche'ı (196) ratlar üzerinde gliserolle dayanıklılık araştırmaları yapmaya yöneltmiştir. Yaptığı bir çalışmada, gliserolün kan ve karaciğer glikojeninin boşalmasını ciddi oranda azalttığını, hipoglisemiyi geciktirdiğini ve koşuda yorulma eşiğini yükselttiğini gözlemlemiştir. Nikkila ve diğ.'nin de (156) ratlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, gliserolün ratlarda glikoneogenez'i artırdığı görüşünü rapor etmişlerdir. Bu etkinin, substrata ulaşılabilirlik konusunda ipuçları verebileceğini ve glikoza daha kolay ulaşılabilme durumunda egzersizi iyileştirebileceğininide eklemiştir. Miller ve diğ. (134) insanlarda uzun süreli yoğun egzersiz sırasında, gliserol alımının kas glikojeninin korunmasındaki ve hipoglisemiyi engellemesindeki etkilerinin belirlenmesi konusunda iki farklı çalışma yapmışlardır. 1. çalışmada; 10 antrene bisikletçi (9 erkek, 1 kadın) 150 dk'lık sürede, sabit bir ergometrede VO_{2max} 'ın % 70'inde performans göstermeleri istenmiştir. Egzersiz sırasında toplam iş, zaman ürünü ve güç üretimi hesaplanmış 150 dk'lık egzersizle deneklerin VO_{2max} 'ları ve laktat cevapları ölçülerek performans seviyeleri tahmin edilmiştir. VO_2 ve RER ölçülmüş, kalp ritmi ve algılanan enerji harcaması oranlaması belirlenmiştir. 2. çalışmada ise; 8 erkek koşucu, VO_{2max} 'ın % 70'inde 90 dakika treadmillde koşmuşlardır. Bu çalışmada glikojen konsantrasyonlarının ölçümü için, hem koşudan önce hem de koşunun ilk 10 dakikasının sonunda sağ bacağın baldır gastrocnemius kasının lateral başından parça alınmıştır. Her iki çalışmada da deneklere egzersizden 30 dakika önce 300 ml su ile birlikte 1 gr.kg^{-1} VA gliserol verilmiştir. Çalışmanın sonucunda; egzersizden 30 dk önce alınan gliserol, kan-

gliserol konsantrasyonunu 100 kat artırmış, kan glikozunun ve laktatın egzersiz öncesi konsantrasyonlarını, insülin ve FFA'nın plazma düzeylerini değiştirmemiştir. Egzersize verilen metabolik tepkiyi de insülin, FFA ve laktat bakımından değiştirmemiştir. Her iki çalışmada da bütün sonuçlar benzer çıkmıştır. Sadece koşucuların bisikletçilere oranla enerjilerinin daha azını (% 15) CHO metabolizmasından sağladıkları gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, insanlarda yoğun egzersiz sırasında gliserole bağlı glukoneogenez oranının enerji metabolizmasına katkıda bulunamayacak kadar düşük olduğunu göstermektedir. Miller ve diğ. (134) artan gliserolün tek kayda değer etkisinin kan glikoz konsantrasyonunun düşmesini yaklaşık 30 dakika geciktirdiğini ama tamamen engelleyemediğini hatta düşüşü yavaşlatamadığını rapor etmişlerdir. Bununda gliserol kaynaklı glikoz oluşumunun karaciğer glikojeninin boşaltılmasını geciktirmiş olabileceğini fakat buna karşılık glikogenelizin düşüşünü telafi etmediğini de belirtmekten geçememişlerdir. Sonuç olarak 90 dk'lık gliserollü denemenin kan glikoz konsantrasyonunu bir ölçüde yükselttiğini vurgulamışlardır. Buradan da artan kan gliserol konsantrasyonunun, glukoneogenezini çok az miktarda yükselttiği (0.67 mmol/dk) sonucuna varmışlardır. Dışarıdan destek olarak verilen gliserolün olası katkısı eklendiğinde bile gliserol kaynaklı glikoneogenez oranının 1.0 mmol/dk'yı aşmadığına dikkat çekmişlerdir. Bunun da orta yoğunlukta egzersiz sırasında enerjinin % 5'inden daha azının kullanılmasını sağlayacağını ifade etmişlerdir. Bu özelliğin ratlarda 5 ile 10 kat daha fazla olduğunu da eklemişlerdir (134). Ahlberg ve diğ. (2) hepatik glikozdaki ani düşüşün (1,8 mmol/dk) 120 dk.'lık egzersiz sonrasında meydana geldiğini ve bu düşüşün kan glikoz konsantrasyonundaki düşmenin artmasıyla bağlantılı olduğunu gözlemlemişlerdir. Miller (134) eğer Ahlberg'un (2) çalışmasında gerçekleşen kan glikozundaki düşüşe iç organlardaki glikozun azalması sebep olduysa, kendi çalışmasındaki gliserol kaynaklı en yüksek glikoz oluşumunun, hepatik glikojen boşalımıyla ilgili glikozdaki azalmayı dengeleyemediğini ifade etmiştir. Sonuç olarak 90 dk'lık egzersiz süresince gliserollü denemede kan şekeri konsantrasyonunun yüksek kaldığını, bunun da yüksek kan gliserol konsantrasyonunun glukoneogenezini çok az miktarda yükselttiğini rapor etmişlerdir. Gliserolün sağladığı glikoneojenez artmasının, egzersizin 30.dk'daki kan glikoz konsantrasyonunun artmasıyla açıklanmakta bunun yanında kan gliserolünde

yükseldiği belirtilmektedir (134). Bu bulguları destekler nitelikte bir çalışmada (76), egzersizden 45 dakika önce alınan gliserolün, gerek glikoz gerek plasebo alımıyla karşılaştırıldığında egzersizin son devrelerinde ve yorgunluk aşamasında kan glikoz düzeyini % 14 oranında artırdığı bulunmuştur. Ancak bu bulguların aksine sonuçlar bulan çalışmalar da mevcuttur. Anderson ve diğ. (6) gliserol hiperhidrasyonu sonrasında kas glikojeninde, laktat birikiminde veya fosfokreatin azalmasında hiçbir değişiklik gözlememişlerdir. Yapılan çalışmalardan bir diğ. (197) ise, glikoz üretiminin, gliseroldeki artışları telafi etmek için belli metabolik yollarla sağlanmış olabileceği vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda da farklı koşullarda glikoz konsantrasyonunun farklılık göstermemesi (Bkz. Tablo 4.11) bunun bir nedeni olarak görülebilir. Gliserolün alım yöntemi ve alım süresi diğ. olasılıklar olarak da görülebilmektedir. Yapılan çalışmalara dayanarak egzersiz sırasında gliserol ilavesinin metabolik tepkiyi artırdığı ve gliserol ilavesinin performansı geliştirdiği bildirilen çalışmalarda, kas metabolizmasının bu etkiler üzerinde önemli bir rol oynadığını söylemek zordur (6). Tüm bu sorular yanıtını ararken yapılan çalışmalarda RER'in, gliserol destekli çalışmalarda değerlerine bakılarak egzersiz sırasında CHO'larınmi yoksa lipidlerinmi kullanımı daha baskın sorusuna cevap aranmıştır. Gliserol destekli çalışmaların hemen hemen tümünde RER değerleri düşük bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da her üç deneme RER değerlerindeki yükselme ve düşmelerin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$), (Bkz. tablo 4.21). Karşılaşılan en düşük değer 0.67 ± 0.08 bulunurken, en yüksek değer de 0.79 ± 0.07 olarak belirlenmiştir.

Tüm bu kan parametrelerin yanında çalışmaların hemen hemen hepsinde kan-Hb ve kan-hct parametreleride incelenmiştir. Bizim çalışmamızda da üç farklı supplementin verilmesinden sonra (105 dk). Alınan tam kan örneklerinde Hb ve Hct değerlerindeki artma ve eksilmeler incelendiğinde, supplementler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$) fakat zaman içerisinde egzersizin etkisi neticesinde oluşan artma ve eksilmelerin anlamlı düzeyde olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Belirlenen bu anlamlı değişimlerin supplementler arasında olmadığı belirlenmiştir (Bkz. tablo 4.10). Bulduğumuz sonuçlar, daha önce farklı metodolojik çalışmalara gerek olduğunu bildiren çalışmalarla (6, 122, 109, 140, 168) arasında bir değişiklik göstermemiştir. Gliserolle ilgili çalışmaların kan parametreleri açısından

değerlendirme yapan araştırmaların tamamında Hb ve Hct değerlerinde değişiklik bulan bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Gliserolün Hb ve Hct üzerinde küçük bir etkisinin olduğu, bu etkininde PH'deki genişlemeden dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu etkilerin eski düzeyine gelmesinin de uzun sürmediği görülmüştür. Bizim çalışmamızda bu durumu destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir.

Kan parametrelerinin diğer önemli bir unsurunda kan elektrolitleridir. Kan elektrolitlerinden en önemli olanı olan Na^+ miktarındaki değişimler vücutta çok anlamlı değişikliklere yol açmaktadır. Bu anlamda kan Na^+ konsantrasyonlarındaki küçük değişimler plazma ozmalalitesini de etkilemektedir. Çünkü plazma ozmalalitesinin birinci derecede belirleyicisi kan Na^+ konsantrasyonudur. Egzersizler sırasında alınan ilave sıvılar, kan Na^+ konsantrasyonunun ve plazma ozmalalitesinin yükselmesini önlemektedir (158). Latzka ve diğ. (115) hiperhidrasyonun sıcaklık stresindeki termoregülatör etkilerini incelediği çalışmasında, kan Na^+ ve K^+ değerlerini bizim çalışmamızda olduğu gibi her denemede, her egzersiz öncesi ve egzersiz esnasında benzer bulurken, kan Na^+ değerinin egzersiz sırasında gliserol ve su denemelerinde arttığını bildirmişlerdir. Magal ve diğ. (124) plazma elektrolitlerinin farklı sonuçlar vermediğini fakat plazma K^+ 'unun zaman içerisinde değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Hithens ve diğ. (97) gliserol denemesindeki kan Na^+ , K^+ ve Cl^- konsantrasyonlarının denemeler arasında benzerlik gösterdiğini (G1 grup Na: 137.5, P1 grup Na: 137.1 ; G1 grup K: 3.9, P1 grup K: 3.9 ; G1 grup Cl: 100.5, P1 grup Cl: 100.4) belirtmişlerdir. Hidrasyon aşaması boyunca ortalama elektrolit miktarlarını gliserol denemesinde, plasebo denemesine göre düşük bulmuşlar fakat bu değişikliklerin de istatistiksel olarak anlamlı olmadığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda suplement öncesi, suplement sonrası ve egzersiz sonrası ölçülen kan Na^+ , K^+ ve Cl^- düzeyleri her üç grupta da (GS, SP, SS) birbirine benzer bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.12).

Egzersiz sırasında yorgunluğun en önemli belirtisi olan kan laktat konsantrasyonlarına bakıldığında, supön, supsn ile egzersiz süresince incelenen değerlerdeki yükselmeler ve düşmelerde anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir ($p>0.05$). (Bkz. tablo 4.13). Fakat GS denemesinin kendi zaman periyodu

içerisindeki supsn laktat değerinin, egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarındaki laktat değerlerinden yüksek olduğu ve bu yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bunun yanında SP ve SS denemelerindeki zaman içerisindeki laktat değerlerinde oluşan yükselme ve düşmeler ise anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). GS denemesi içerisindeki bu anlamlı değişikliğin, gliserol desteğinden sonraki (supsn) periyotta olması, laktat değerindeki bu yükselmenin gliserol ilavesinden dolayı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tüm bu bulguların yanında, tüm denemelerde laktat değerleri 2 mmol'un altında kalmıştır. 2 mmol literatürde aerobik eşik noktası olarak tanımlanmakta ve 1,5 – 2 mmol arası laktat değerlerinin yenilenme antrenmanı alanına girdiği belirtilmektedir. Bu nedenle de çalışmamızda uygulanan egzersiz şiddetinin gliserol desteğinin etkisinin gözlenmesinde yetersiz olabileceği düşünülmektedir.

5.3. Sıvı Desteklerinin Vücut Termoregülasyonu Üzerindeki Etkileri

Sıcakta yapılan egzersizde gliserol desteğinin termal stresi azaltabileceğine ilk işaret edenlerden birisi de Lyons ve diğ. (122) dir. Lyons ve diğ. (122)'nin yaptıkları bir çalışmada, denekler sıcak ve kuru bir havada (% 25 nem, 42 °C derece sıcaklık) % 60'luk VO_{2max} ile 90 dakika boyunca yürümüşlerdir. Gliserol alımından 2,5 saat sonra yapılan egzersizlerin sonucunda sıvı tutulması oranı % 80'ken yalnız su alımında bu oran % 50'lerde kalmıştır. Gliserol alımından 4,5 saat sonra idrar hacmi de % 54 oranında azalmıştır. Ayrıca egzersiz sırasında kaydedilen düşük rektal sıcaklıklar ve yüksek ter oranları, gliserole bağlı termoregülasyonun geliştiğinin bir işareti olduğu Lyons tarafından belirtilmiştir. Ortamın sıcak olması nedeniyle vücutta ısı yüklenmesi oluşmaktadır. Bu ısı yüklenmesi nedeniyle de yorgunluktan sorumlu fizyolojik mekanizmalar meydana gelmektedir. Bunlar; yüksek vücut sıcaklıkları, sıcak ya da nemli deriden kaynaklanan rahatsızlık hissinde artış, düşen kan akışı, artan anaerobik kas metabolizması ve glikojen kullanımınıdır (116). Bu mekanizmalardan bir tanesi olan vücut sıcaklığındaki artışları etkisizleştirmek için literatürdeki cevaplardan bir tanesinde vücudu soğutmak için yapılan çalışmalardır. Bu konuda çalışma faktörlerinden bir tanesi vücut ter atımının artırılmasıyla vücudun soğutulmasıdır. Gliserol hiperhidrasyonunun da ter atım

miktarları üzerinde etkisi olup olmadığı üzerine birçok çalışma yapılmıştır (83, 87, 97, 113, 115, 116, 117, 122, 140, 144, 186, 204). Gliserol hiperhidrasyonunun plasebo hiperhidrasyonuna nazaran ter atım miktarları üzerinde etkisinin olmadığı sonucuna varan çalışmalar (113, 115, 116, 186, 204) çoğunluktadır. Goulet ve diğ. (90) ter atım miktarlarını gliserol ilavesinde plaseboya nazaran 0.21 ml/dk (13 ml/saat) düşük bulmuşlardır. Montner ve diğ. (140) plasebo ve gliserol takviyeleri arasında terleme miktarları açısından farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Hitchins ve diğ. (97) plasebo ve gliserol takviyeleri arasında terleme miktarları açısından anlamlı olmayan farklar belirtmişlerdir. Murray ve diğ. (146) yaptıkları bir çalışmada, 5 kadın, 4 erkek deneğe 3 ml.kg⁻¹ VA sudan oluşan plasebo ile % 6'lık CHO-elektrolit içeceği, CHO+elektrolit içeceği + % 4'lük gliserol veya % 10'lük gliserol çözeltisi vermişlerdir (5, 30, 45 ve 60. dakikalarda). Denekler 30 °C derecede % 45 nemli bir ortamda, 90 dakika boyunca % 50 VO_{2max}'da bisiklette pedal çevirmişlerdir. Farklı içecekler almış deneklerde gliserol, plazma hacmindeki düşüşü azaltmış, algılanan susuzluk derecelerini düşürmüştür ancak terlemede ve vücut sıcaklığında bir değişiklik yaratmamıştır. Bu sonuçları aksine, Lyons ve diğ.'nin (122) çalışması gliserol hiperhidrasyonunun ter hacmini sıcakta gerçekleştirilen % 60 VO_{2max}'daki 90 dakikalık koşu sırasında, plaseboya nazaran artırdığını (% 33) gösteren yayımlanmış tek çalışmadır. Latzka'ya (116) göre, Moroff ve diğ.'nin (144) çalışması hariç su hiperhidrasyonunu ele alan hiçbir çalışma terleme miktarındaki artışı sıvı geçişindeki çoğalmanın sonucu olarak göstermemiştir. İlginç bir şekilde, Grucza ve diğ. (87), su hiperhidrasyonunun % 52 VO_{2max}da 45 dakika bisiklete binme egzersizi sırasında egzersiz öncesi öhidrasyona nazaran, ter hacmini 100 ml azalttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki ter atım miktarları, gliserol ve diğer gruplar arasında terleme hacmi açısından hiçbir fark bildirmeyen daha önceki çalışmalarla (52, 97, 115, 116, 140) benzer şekildedir. Çalışmamızda ter atım miktarları her üç grup arasında anlamlı farklar göstermesede GS grubunda 90 dakikalık egzersiz süresince ter atım miktarının değişmemesine karşın SP ve SS gruplarında egzersiz sonunda (90.dk.) anlamlı olmayan düşüşler göstermiştir (Bkz. Tablo 4.14). GS denemesinde egzersiz süresince ter atım miktarının değişmemesi her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasada (p>0.05) SP ve SS grubuna göre yaklaşık 93 – 165 ml arasında avantaj sağlamıştır. Bu avantaj

çok önemli bir değer olarak görülmesede, araştırmamızın rehidrasyonsuz bir çalışma olduğunu düşünürsek, diğer gruplara göre termoregülatör sistemin daha iyi korunduğunu ve bununda yorgunluk zamanına pozitif yönde etkisi olacağı düşüncesini ortaya çıkarmaktadır.

Vücudu soğutmak için yapılan çalışmaların bir diğeri de vücudun hiperhidrate edilerek soğutulmasıdır. Gliserol ve farklı içeceklerle oluşturulan hiperhidrasyonun, termal stres üzerine etkilerini görebilmek için çalışmamızda farklı bir strateji kullandık. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda vücut iç sıcaklığını (VİS) belirlemek için kullanılan rectal sıcaklık (RT) ölçümü yerine, şimdiye kadar hiç kullanılmamış olan bir sistemi denedik (Bkz. şekil. 3.5). Deneğe ölçümden 2 saat önce yutturulan sinyal yollayıcı bir tablet vasıtasıyla (48), intestinal sistemdeki sıcaklık değerleri belirlendi (Bkz. Şekil 3.7). Çalışmamızda elde edilen değerler, literatürdeki çalışmalara nazaran biraz daha düşük değerlerdeydi. Bu durum, sistemin geçerlilik ve güvenilirlik testlerinin yapıldığı çeşitli çalışmalarla da (51, 57, 58, 161) paralellik göstermekteydi. Bu çalışmada suplementler arasında (GS, SP, SS) VİS değerlerini karşılaştırdığımızda değerlerdeki düşmeler ve yükselmeler anlamlı bulunmamıştır. Vücut iç sıcaklığının Supön'deki değerleriyle (36.99 ± 0.52 ; 36.92 ± 0.42 ; 36.95 ± 0.44 °C) SupSn'daki değerleri (35.86 ± 1.05 ; 35.72 ± 1.28 ; 35.71 ± 1.11 °C) incelendiğinde, anlamlı derecede düşmelerin olduğu ($p < 0.05$), (Bkz. Tablo 4.16) belirlenmiştir. Bu düşüşlerin, içeceklerin soğutularak 10 °C sıcaklıkta verilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Gisolfi ve diğ. (80) uyguladıkları bir çalışmada hiperhidrasyon periyotları sonunda, plasebo ve gliserol denemelerinde RT değerlerini sırasıyla 36.40 ± 0.11 ve 36.48 ± 0.15 °C bulmuşlardır. Hiperhidrasyon sonundaki bu ölçümlerde tüketilen sıvıların (4 °C) düşük sıcaklık özelliğinin direkt bir sonucu olarak görmüşlerdir. Bunun yanında egzersiz süresince artma eğilimi gösteren VİS değerlerinde GS, SP ve SS denemeleri arasında bir farklılığa rastlanılmamıştır. GS'nin SS'ye göre VİS'in en düşük olduğu zaman aralığı 70, 80 ve 90. dakikalar olarak belirlenmiştir (0.05, 0.22 ve 0.15 °C). Fakat SP değerleri hem GS'den hemde SS'den daha düşük düzeyde bulunmuştur. Çalışmamıza benzer şekilde Anderson (6)'nın çalışmasında da RT egzersiz boyunca yükselmiş ($p < 0.05$) ve egzersizin 90. dakikasında ($p < 0.05$) gliserol grubu, kontrol grubundan daha düşük değerler vermiştir. Ancak genel ortalamada gliserol grubunun, kontrol grubuna göre daha az

artış gösterdiği gözlenmiştir. RT'deki farkın iki deneme karşılaştırıldığında en fazla 0.4 °C olduğu anlaşılmıştır. Bu fark egzersiz performansını etkilerken egzojenöz ısı üretimi bölgesinden önemli bir ısı transferi yapılmasını sağlayacak kadar büyük etki yaratmamıştır. Mevcut çalışmamızdaki GS ile SS arasındaki farkların daha yüksek olduğu düşünülürse, Anderson'un (6) çalışmasına göre egzersiz performansını daha ciddi oranda etkileyecektir. Hitchins ve diğ. (97) Latzka ve diğ. (115) ve Montner ve diğ.'nin (140) yaptıkları çalışmalarda plasebo ve gliserol grupları arasında egzersiz sonrası RT açısından farkların anlamlı olmadığı rapor etmişler ve bu farkların 0.1 °C ve daha altında olduğunu belirlemişlerdir. Sawka ve diğ.'ne (178) göre, egzersiz sırasında VİS'deki 0.1-0.24 °C arası yükselmelerin VA'nın egzersiz süresince düşüşleriyle artacağıdır. Lyons ve diğ.'nin (122) çalışması, gliserol hiperhidrasyonunu ele alan çalışmalar arasında egzersiz sonunda RT'de anlamlı düşüş (0,7 °C) olduğunu bildiren bir çalışmadır. RT'deki bu düşüş terleme miktarındaki artış ile ilişkilendirilmiştir. Fakat denemeler arasında RT açısından böyle bir fark olmasını açıklamak zordur çünkü egzersiz sonunda dehidrasyon açısından görülen farklılıkların derecesi yalnızca VA'nın % 0.3'ü kadardır (plasebo: % 0.3; gliserol: % 0.056 VA). Latzka ve diğ. (115) egzersiz sırasında öhidrasyonu sürdürmek yerine ter kayıplarını eşit miktarda suyla telafi ederek hiperhidrasyonu sürdürmenin, RT açısından anlam bir düşüğe yol açmadığını işaret etmişlerdir. Tüm bu incelemelerin yanında egzersiz sırasında hiperhidrasyonu muhafaza etmek, hiponatremiye yol açabilmesi ihtimali yüzünden özellikle uzun süreli egzersizler için tavsiye edilmemektedir (115). Dolayısıyla mümkün olduğu sürece egzersiz sırasında gerçekleşen sıvı değişiminin amacı hiperhidrasyonu teşvik etmeden öhidrasyonu sağlamak olmalıdır. Bunun tersine, egzersiz esnasında öhidrasyonu sağlamak mümkün olmuyorsa hipohidrasyonun başlamasını geciktirmesi açısından hiperhidrasyon teşvik edilmelidir (82).

Vücut iç sıcaklıklarının yanında deri üstü sıcaklıklara bakıldığında, Latzka ve diğ. (115) egzersiz öncesi ve esnasında artan vücut deri üstü sıcaklığı (VDS) değerlerinin, denemeler arasında da birbirine yakın çıktığını belirtmişlerdir. Marino ve diğ. (126)'nin çalışmalarında, ortalama VDS değerleri egzersiz öncesi yaklaşık 33,8 °C'ye ($p < 0.05$) yükselmiş, 20. dakikadaki değerlere göre önemli bir artış göstermemiş ve yaklaşık 33.8 °C de kalmıştır. Egzersiz sonunda ise VDS değerleri

(plasebo için) 34,0 ve (gliserol için) 33.7 °C'ye ulaşmıştır. Yapılan çalışmalardaki VDS değerlerine bakıldığında mevcut çalışmamızla çok benzer olduklarını, anlamlı farklılıkların olduğu değerlerin bile benzerlikler gösterdiği saptanmıştır. Tüm bu verilerimizden ve literatürlerin bildirdiklerinin neticesinde, vücut termoregülasyonu doğrudan ortamın sıcaklığı ve bunun ardından da egzersizin yoğunluğuyla birlikte vücut terleme oranlarıyla ilgili olduğunu söyleyebiliriz. Lyons (122) bulduğu sonuçlar neticesinde gliserol hiperhidrasyonunun sıcakta yapılan egzersiz sırasında VİS'nı azaltıp terleme tepkisini artırdığını rapor etmiştir. Marino ve diğ. (126) gliserol hiperhidrasyonunu termoregülatör baskı üzerinde etkisi olduğunu rapor eden çalışmalar için termoregülatör ayar noktasında, terlemenin daha düşük bir VİS'na yol açması nedeniyle, gliserol hiperhidrasyonu tarafından değiştirilmiş olabileceğini ifade etmişlerdir. Marino kendi çalışması içinse, gliserolün termoregülatör baskı üzerinde olumlu bir etki göstermediğini rapor etmiştir. Latzka ve diğ. (117) hiperhidrasyon denemelerinde kaydedilen düşük VDS değerlerinin nedeni olarak, karşılaştırılan gruplarda içirilen sıvıların sıcaklıklarını göstermişlerdir. Çalışmamızdaki VDS değerleri incelendiğinde, yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda olduğu gibi anlamlı farklılıklara rastlanılmamıştır ($p>0.05$), (Bkz. 4.15).

Hiperhidrasyonun termoregülasyon ve egzersiz performansı üzerindeki etkilerini inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların % 50'sinde hiperhidrasyon denemelerinde düşük VDS değerlerinin egzersiz esnasında yükseldiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise egzersiz sırasında VDS değerlerinde ki değişikliklerin anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Değişimlerdeki tek anlamlılığın supön ve supsn değerlerin, egzersiz sırasındaki değerlerden düşük olduğudur. Bu durum egzersizle beraber VDS değerlerinin artığının bir belirtisidir. Sonuç olarak bu çalışmada literatürü destekler nitelikte, gliserol desteğinin termoregülasyon üzerinde bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

5.4. Sıvı Desteklerinin Kardiyopulmoner Sistem Üzerindeki Etkileri

Egzersiz ve egzojenöz sıcaklık stresi anında, hidrasyon durumu tehlikeye girdiği zaman kardiyopulmoner sistem fazladan bir stres altına girmektedir. Bu da deneklerini 120 dk boyunca sıcak bir ortamda öhidrate veya dehidrate olmuş halde çalıştıran Gonzalez-Alonso (79) tarafından açıkça kanıtlanmıştır. Anderson ve diğ. (6) % 5'lik bir dehidrasyonun, kardiyovasküler baskıyı artıracaklarını belirtmişlerdir. Bunun da artan KAH ile düşen atış hacmi ve kardiyak çıktıya yansıdığını ifade etmişlerdir. Sıvı tutulmasından dolayı idrar hacminin azalmasının ve dehidrasyonun engellenmesinin, egzersiz esnasındaki kardiyovasküler baskıyı azalttığını açıklamışlardır. Bunu kontrol grubuna kıyasla gliserol grubundaki düşük KAH ve yüksek kan akım hızına bakarak belirlemişlerdir. Yine sıvı tutulmasının sıcak ortamda yapılan uzun süreli egzersiz sırasında kardiyovasküler ve termoregülatör baskının azalmasını sağladığını bildirmişler fakat VO_2 'nin zaman veya uygulamadan etkilenmediğini de vurgulamışlardır. Wendtland ve diğ. (233)'nin yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre % 50 VO_{2max} ile % 80 VO_{2max} arasında 106 dakika süren bisiklet turlarına katılan 8 antrenmanlı sporcuda verilen gliserolün sıvı tutulmasını artırmasına rağmen, hiçbir kardiyovasküler veya termoregülatör yarar sağlamamıştır. Bunların aksine Anderson ve diğ. (6) egzersizdeki sıcaklık stresi sırasında gliserol hiperhidrasyonunun termoregülatör ve metabolizma üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında; gliserol hiperhidrasyonunun, su hiperhidrasyonuna kıyasla idrar çıktısında önemli bir düşmeyle sonuçlandığını, sıvı tutulmasının sıcak ortamda yapılan uzun süreli egzersizler sırasında kardiyovasküler ve termoregülatör baskının azalmasını sağladığını açıklamışlardır. KAH, gliserol grubunda kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır ($p<0.05$). Ancak kardiyovasküler baskıda gözlenen düşüşün, egzersiz ve egzojenöz sıcaklık stresi esnasındaki kas içi metabolizmada oluşan değişimleri dolaylı olarak etkileyecek kadar önemli düzeyde olmadığını gözlemlemişlerdir. Kanstrup ve diğ. (104) tarafından yapılan plazma hacmi genişlemesi çalışmasında KAH, submaksimal egzersiz yoğunluklarında kontrol grubundan ortalama 5 atım/dk daha düşük çıkmıştır. Ayrıca Fortney ve diğ. (62) egzersizden önce 533 ml izotonik albumin ve laktat çözeltisi vererek KAH'ın egzersiz esnasında 3–6 atım/dk daha düşük, SV'inde 13 ml daha yüksek çıktığını göstermişlerdir. Hopper (98)'e göreyse

submaksimal bisiklet ergometresi esnasında 403 ml dekstron çözeltisi alınması SV'yi % 11, kardiyak çıktıyı % 7 artırırken, KAH'ı 141'den 138 atım/dk'ya düşürmüştür. Gliserol hiperhidrasyonu sonucunda egzersiz performansında artış görülen çalışmalarda KAH, gliserollü gruplarda kontrol gruplarına göre daha düşük çıkmıştır. Ancak Hitchins (97) yaptığı çalışmada bisiklete binme performansında % 5'lik bir artış bulmasına rağmen, diğer çalışmaların aksine KAH verilerinde bir değişiklik gözlemleyememiştir. Bunun yanında VO₂ değerlerinde de bir değişim olmamıştır. Marino (126) çalışmasında, gliserol grubunda, plasebo grubuna oranla daha yüksek KAH bulmuştur ve bunu şaşırtıcı olarak nitelemiştir. Özellikle KAH'ın gliserol grubunda yaklaşık 11–21 atım/dk daha yüksek çıktığı hızlı koşu bölümlerinde bu sonuç gözlemlenmiştir. KAH'daki bu yüksek sonuçları Hithins (97) belli bir aşamada ortaya konan toplam gücün daha fazla olması olarak yorumlamıştır. Diğer çalışmalarda hem sıcak hem ılık havadaki gliserol hiperhidrasyonunu takiben yapılan egzersizlerde KAH düşük bulunmuştur (140, 150, 173). Bunun yanında tüm denemelerde zamana ve suplemente göre KAH'da hiç bir değişiklik bulamayan çalışmalar da (46, 83, 114, 122, 134, 146, 184, 204) mevcuttur. Ortam sıcaklığının ~ 30 °C sıcaklık ve % 25 RH nem olduğu, üç farklı supplement (GS, SP, SS) takviyesi uyguladığımız ve 90 dakika süre ile koşturduğumuz deneklerimizin, egzersiz süresinin her üç dakikasında aldığımız KAH değerleri sonucunda supplementler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmamıştır (p>0.05), (Bkz. Tablo 4.20). Çalışmamızda her ne kadar anlamlı farklılıklar bulamasak da SP grubundaki genel ortalama KAH değerleri, SP ve SS'ye oranla 2-3 atım/dk. daha az çıkmıştır. Elde ettiğimiz bu sonuçlar KAH değerlerinde bir değişiklik bulamayan literatürle paralellik de göstermektedir.

Gliserol ilavesinin egzersiz performansını daha verimli duruma getirip getiremeyeceğini görmemizi sağlayacak olan solunum gazlarının kullanımında (VO₂ ve VCO₂) çalışmamızda incelenmiştir. Literatürde gliserol ilavesinin bu gazlar üzerindeki etkisinden yola çıkarak egzersiz performansı üzerindeki etkilerini araştıran çalışma yok denecek kadar azdır. Çalışmamızda egzersiz süresinin her üç dakikasında alınan VO₂ değerlerinde zaman içindeki beklenen değişimin belirlenmesine karşın supplementler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0.05), (Bkz. Tablo 4.18). VCO₂ değerleri incelendiğinde ise,

egzersiz süresince yine beklenen değişimler gözlemlenirken, suplementler arasındaki değişimlerde sadece egzersizin 30, 60 ve 63. dakikalarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p < 0.05$), (Bkz. Tablo 4.19). Bu farklılıkların belirlendiği zamanlar incelendiğinde, farklılıkların SS grubundan kaynaklandığı belirlenmiştir. 30. dakikadaki farklılık incelendiğinde; SS ile SP arasında bir farklılaşmanın olduğu ve SS değerlerinin SP değerlerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. 60. dakikadaki farklılık incelendiğinde; SS ile GS arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ve SS değerlerinin GS değerlerine göre yine düşük olduğu gözlemlenmiştir. 63. dakikada ki farklılık incelendiğinde ise; SS ile SP ve GS arasında anlamlı farklılıkların olduğu ve SS değerlerinin diğer iki denemeden de (GS ve SP) yine düşük olduğu belirlenmiştir. Gliserol suplementi kullanılan çalışmaları incelediğimizde, çalışmaların hiç birisinde direk olarak VCO_2 'in değerlendirmesiyle ilgili bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu sebeptendir ki, çalışmamızda bulduğumuz bu farklılıkların nedenleri hakkında bir yorum yapılamamıştır. Fakat farklılıkların sadece dinlenme periyotlarının son dakikalarında ki değerlerde bulunması da dikkat çekici bir nokta olarak görülmektedir.

Glikoz kullanımının çok az da olsa diğer suplementlere göre gliserol grubunda artış göstermiştir ($p > 0.05$), (Bkz. Grafik 4.11). Bu sonuç bizi RER'de olan değişikliklere götürmüştür ve RER değerlerine bakıldığında bu dönemdeki RER değerlerinde hiçbir anlamlı farklılığa rastlanılmamıştır ($p > 0.05$). Fakat burada bir ayrıntı dikkat çekicidir ki, bu ayrıntı VCO_2 'de anlamlı düzeyde farklılıkların bulunduğu 30 ve 60. dk'larda, RER değerlerinde de sapmaların bulunmasıdır (Bkz. Grafik 4.21). Çalışmamızdaki RER değerleri, özellikle gliserol denemesinde çok düzenli bir süreç göstermekle birlikte, diğer denemelerde bu düzen görülmemiştir. Egzersizler süresince her üç deneme evresinde de enerji kullanımı büyük oranda lipitlerden gerçekleştirilmiştir. Üç hiperhidrasyon durumunda, solunum gazları üzerinde olumlu bir etki oluşturmadığından, kardiyopulmoner stress üzerinde hiç birisi (GS, SP, SS) farklı bir etki göstermemiştir.

Hiperhidrasyonu değerlendiren çalışmalar, orta veya yüksek düzeyde nemli ve sıcak havada yapılan egzersiz süresinin uzatılmasıyla ilgili kesin sonuçlar vermemiştir. Ancak bütün bu çalışmalar sabit bir iş yükündeki egzersizle meydana

gelen hiperhidrasyonu değerlendirmiştir. Hithins (97) alışmasında sıcak nemli hava koşullarında, önce 30 dk'lık sabit egzersiz sonrada 30 dk'lık değişen yoğunlukta egzersiz ile gliserol ve su hiperhidrasyonunu kıyaslamıştır. Gliserol hiperhidrasyonun, yalnızca değişen yoğunluktaki egzersizlerde performansı % 5 oranında artırdığını belirlemiştir. Ayrıca her iki durumda da algılanan zorluk derecelerinin benzer çıktığını rapor etmiştir. Anderson ve dię. (6) gliserol grubunun bazal vücut ağırlıklarında hiçbir değişikliğin olmadığını belirlemişler fakat kontrol grubunda dehidrasyon oluştuğunu gözlemişlerdir. Bu nedenle gliserolün egzersiz sırasında dehidrasyonu engellediği sonucuna ulaşarak, termoregülatör ve kardiyopulmoner baskıdaki azalmayı saęladđı ve bunun da dolaylı olarak performansı etkilemiş (% 5 'lik bir artış) olabileceğini bildirmişlerdir. Coutts ve dię.'nin (52) gliserol hiperhidrasyonunun yüksek evre sıcaklıkları sırasında egzersiz performansı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, gliserol hiperhidrasyonunu plaseboyla karşılaştırmışlar ve gliserol hiperhidrasyonunun ılık ve sıcak günler arasında yaşanan egzersiz performansındaki dūřuřu azalttığını belirlemişlerdir. Daha nceki araştırmacılar da gliserol hiperhidrasyonunun termoregülatör gerilimi azalttığı ve egzersiz performansını artırdığını açıklamaları (6, 97) bir araya getirildiğinde, gliserol hiperhidrasyonunun yüksek evre sıcaklıklarında uzun süreli dayanıklılık performanslarını geliştirebileceğini bildirdikleri anlaşılmıştır. Gliserol hiperhidrasyonunun uzun süreli, dūřük ve ortalama yoğunluklu egzersizlerdeki etkilerini araştıran diğer çalışmalar, gliserol hiperhidrasyonunun egzersiz performansına olumlu etkileri olmadığını belirlemişlerdir (99, 114, 115, 116, 124, 126, 142, 204). Bu araştırmacıların, gliserol ilavesinin performans üzerinde etkilerini bulamamaları, çalışmalardaki metodolojik farklılıklara bağlanabilir. rnek olarak: egzersiz protokollerinin, dayanıklılık performansını etkileyeceği daha önce ortaya konulmuştur (121). Hipohidrasyon seviyelerinin oluşabilmesi için yeterli yoğunlukta (% 45-60 VO_{2max}) (115, 141, 142) ya da sürede (30-35 dakika) (99, 125) egzersiz yapılmamış olabilir. Bunun yanında bazı araştırmacılar, deneklerden gliserol tüketimini takiben gerekli süre doldurulmadan egzersize başlamalarını istemiş ve bu egzersiz öncesi azami sıvı tutumunun gerçekleşmesine izin vermemiş olabilir (115, 116). Robergs ve dię. (169), 1.0 g.kg⁻¹ VA gliserol ve 1.4 ile 2.0 lt arası sıvı içeren gliserol çözeltisi tüketiminin uygun hiperhidrasyon stratejisi olduğunu ve tüketimi

takip eden 2.5 ila 4 saat arasında, su plasebo çözeltisi ile karşılaştırıldığında önemli miktarda daha fazla sıvı tutumunu beraberinde getirdiğini ortaya sürmüştür. İnder ve diğ. (99) daha önceki araştırmacıların hatalı gliserol hiperhidrasyon protokolleri (97) uygulamış olabileceklerini vurgulayarak, egzersizi gerçekleştirdikleri çevre şartlarını (en az 22–24 °C sıcaklık, % 47 nem), termoregülasyon sistem üzerinde strese yol açmayacak şekilde düzenlemiş olabileceklerini bildirmişlerdir. Marino'nun (126) çalışmasında, performans gliserol ve plaseboya göre hiçbir değişiklik göstermemiştir. Buna sebep olarak egzersiz protokolünün olabileceğini vurgulamıştır. Daha açık bir ifade ile kendiliğinden ayarlanabilir benzer denemelerde CHO takviyesi gibi diğer müdahale yöntemleri kullanıldığında performans yükselmemektedir (28, 194). Mevcut protokolü kullanan bir çalışmaya göre ya sıcak ya da ılık havada farklı düzeyde sıvı alımlarının egzersiz performansı üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır (106, 107, 162). Marino (126) bundan dolayı gliserol ilavesi gibi hiperhidrasyon yöntemleri etkilerinin, sabit yoğunluklu veya kendiliğinden ayarlanabilen protokollerden hangisinin kullanıldığına bağlı olduğunu rapor etmiştir. ~ 30 °C sıcaklık ve % 25 nemde gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda gliserol denemesi (GS), 90 dakikalık koşu performansı sırasında vücut termoregülatör sistemde ve kardiyopulmoner tepkilerde spor içeceği denemesine (SP) ve su denemesine (SS) göre hiçbir avantaj sağlamamıştır. Bu sonuçlara göre: gliserol hiperhidrasyonu, 90 dakikalık koşu sırasında önemli bir ergojenik yarar sağlamazken; koşu testi sırasında da performans kazançlarıyla (yüksek ter atımı, düşük KAH, düşük VO₂, düşük VCO₂) ilgili bir yarar sağlayamamıştır. Sonuç olarak yüksek çevre sıcaklıklarında koşu performansını geliştirememiştir. Daha önceki çalışmalar, tutarsız performans değişimleri gözlemlemiş olmasına rağmen; Hitchins ve diğ. (97) plasebo ile karşılaştırıldığında, gliserol hiperhidrasyonunun, yüksek sıcaklık stresinde (42 °C, % 25 nem) sırasında 1 saatlik pedal çevirme zaman denemesinin son 30 dakikasında performansı önemli miktarda geliştirdiğini gözlemlemiştir. Bunun yanında Anderson ve diğ. (6), sıcak bir çevrede (35 °C) % 98 laktat eşliğinde 90 dakikalık pedal çevirmesinden sonra tamamlanan 15 dakikalık bisiklet zaman denemesinde, 6 iyi antrenmanlı bisikletçide gliserol hiperhidrasyonu plasebo yüklemesi yapılmış duruma oranla daha yüksek performans tespit etmiştir. Coutts ve diğ (52) 1. gün 30,5 °C sıcaklık, % 46.3.7 nem, 2. gün 25,4 °C sıcaklık ve % 51,7 nemde,

plasebo/gliserol grubu halinde, 2 ODT'yi (1.5 km yüzme, 40 km bisiklet, 10 km koşu) 2 hafta aralıkla uyguladığı çalışmada, performans gelişiminin büyük kısmının ODT'nin son 10 km'lik koşu ayağında gerçekleştiğini belirlemiştir. Çalışmamızda 90 dakikalık koşu evrelerinde görülmeyen gliserol ilaveli ergojenik etkiler, gliserol hiperhidrasyonunun uzun süreli aktivitelerde performans geliştirmede pozitif bir etkisinin görülmediği önceki gözlemlerle mutabakat halindedir (80, 99, 114, 115, 116, 124, 126, 204). Jeukendrup ve diğ.'ne (103) göre yorgunluğa kadar yapılan testlerin zamana karşı yarışlara nazaran, yeniden üretilme özelliklerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu testlerin motivasyon, monotonluk ve sıkılma gibi performansı sınırlayan faktörlerden "bitiş noktası belli olan", zamana karşı yarışlara kıyasla daha fazla etkileniyor olmasıyla açıklamışlardır

Bu çalışma sonucunda, gliserol supplement ilavesiyle 90 dakikalık koşu egzersizi sırasında ve sonrasında kardiyopulmoner sistem üzerinde, termoregülasyon üzerinde ve vücut su tutumu üzerinde sporcu içeceği ve su ya nazaran hiç bir avantajının olmadığı saptanmıştır. Ayrıca gliserol desteğinin dehidrasyonun oluşmasını engelleyip, öhidrate durumun korunmasına katkısının olmasına rağmen, koşu performansı üzerine hiç bir katkısının olmadığı da belirlenmiştir. Bu sonuçlar itibariyle de gliserolün ergojenik bir madde olarak adlandırılması zor olacaktır.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1. Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteği vucut su tutumunu artırmamıştır ($p>0.05$). Denence reddedilmiştir.
2. Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteği vucut iç sıcaklığını düşürmemiştir ($p>0.05$). Denence reddedilmiştir.
3. Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteği vücut deri üzeri sıcaklığını düşürmemiştir ($p>0.05$). Denence reddedilmiştir.
4. Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteği ter atım miktarını artırmamıştır ($p>0.05$). Denence reddedilmiştir.
5. Dayanıklılık sporcularına uygulanan gliserol desteği idrar atım miktarını düşürmemiştir ($p>0.05$). Denence reddedilmiştir.

6.2. Öneriler

Yapılan literatür taraması ve bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, bundan sonraki çalışmalara ışık tutabilmesi için aşağıdaki öneriler verilmiştir..

1. Gliserolün etkinliğinin daha anlaşılabilir olması için ortam sıcaklığının çok önemli olduğu düşünülen bu tür çalışmalarda; tek bir çalışma düzeninde 3 farklı sıcaklığın oluşturulacağı (sıcak, ılık, soğuk) özel ısı odaları oluşturulup, ilk önce sıcaklığın gliserol ile ilişkisi net olarak ortaya çıkarılabilir.
2. Gliserol hiperhidrasyonu konusunda yapılan çalışmaların kimisinde rehidrasyon uygulanırken kimisinde rehidrasyon uygulanmıyordu; bu uygulamalarda hiperhidrasyonun etkisi bazı çalışmalarda görülürken bazılarında görülmüyordu. Bu etkiyi daha rahat görebilmek için aynı çalışmada rehidrasyonlu ve rehidrasyonsuz yöntem uygulanabilir.

3. Literatür taraması sonucunda gliserolün, idrar atım miktarındaki tutarsız sonuçların net olarak açıklanabilmesi için, vücut sıvıları üzerinde etkileri olan hormonlar daha ayrıntılı incelenebilir ve böbrek fonksiyonları da ayrıntılı olarak belirlenebilir.
4. Tüm alanlarda olduğu gibi sağlık alanında da her geçen gün teknolojinin gelişmesi, bu tür çalışmalardaki veri alımlarında yeni teknoloji cihazlarının kullanılması, ayrıntıların yakalanmasında büyük avantaj sağlayabilir.
5. Egzersiz sırasında hiperhidrasyon oluşumunun en iyi yolunu saptamak, bu sürecin rehidrasyonu geliştirmeye etkisini değerlendirmek ve gliserol hiperhidrasyonunun egzersiz süresini uzatmasını, termoregülasyonu iyileştirmesini, kardiyopulmoner baskının azaltılmasını ve egzersiz performansını geliştirmesini sağlayacak mekanizmaları belirlemek için gliserol hiperhidrasyonu konusunda daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Adolph, E.F. (1947). Physiology of man in the desert. New York. Int. Sci. Pub. Pp. xiii, 357.
2. Ahlborg, G. ve Felig, P. (1982). Lactate and glucose exchange across the forearm, legs and splanchnic bed during and after prolonged leg. Exerc. J. Clin. Invest. 69: 45-54.
3. Allan, J.R., Wilson, C.G. (1971). Influence of acclimatization on sweat sodium concentration. J Appl Physiol. 30: 708-12.
4. American College of Sports Medicine. (1996). Position stand: Exercise and fluid replacement. Med. Sci. Sports Exerc. 28: i-vii.
5. American College of Sports Medicine. (2007). Position stand: Exercise and fluid replacement. Med. Sci. Sports Exerc. 377-390.
6. Anderson MJ., Cotter J.D, Garnham AP, Casley DJ., Febbraio MA. (2001). Effect of glycerol-induced hyperhydration on thermoregulation and metabolism during Exercise in the heat. Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. 11: 315-333.
7. Armstrong, L.E., Costill, D.L. ve Fink, W.J. (1985). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. Med. Sci. Sports Exerc. 17: 456-461.
8. Armstrong, S., Maresh, C.M., Castellani, J.W. Bergeron, M.F., Kenefick, R.W. (1994). Urinary Indices of Hydration Status. International Journal of Sports Nutrition. 4: 265-279.
9. Bar-Or, O. (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. In: Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Volume 2: Youth, Exercise and Sport, Gisolf C.V., Lamb, D.R. Indianapolis: Benchmark Press. 335-367.

10. Barr, S.I., Costill, D.L. (1989). Water: can the endurance athlete get too much of a good thing. *J. Am. Diet. Assoc.* 89: 1629-1635.
11. Barr, S.I., Costill, D.L., Fink, W.J. (1991). Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline or no fluid. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 811-817.
12. Baumgartner, Chumlea ve Roche (1989). Estimation of body composition from segmental impedance. *Am. J. Clin. Nutr.* 50: 221-225.
13. Baumgartner, Chumlea ve Roche. (1990). Bioelectric impedance for body composition. *Am. J. Clin. Nutr.* 60: 111-117.
14. Benzinger, T.H. (1969). Heat regulation: homeostasis of central temperature in man. *Physiol Rev.* 49: 671-759.
15. Bigard, A.X., Guezennec, C.Y. (1995). Evaluation of the CosMed. K2 telemetry system during Exercise at moderate altitude. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27(9): 1333-338.
16. Bishop, P.A., Smith, J.F., Kime, J.C., Mayo, J.M., Tim, Y.H. (1992). Comparison of a manual and an automated enzymatic technique for determining blood lactate concentrations. *Int. J. Sport Med.* 13: 1. 36-39.
17. Blyth, C.S., Burt J.J. (1961). Effect of water balance on ability to perform in high ambient temperatures. *Res. Quart.* 32: 301-307.
18. Booth, J. Marino, F., Ward, J.J. (1997). Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 943.
19. Borg, G.A.V. (1973). Physical work and effort proceeding of the first international symposium held at the Wenner-Gren center. Stockholm. December. 2 – 4.
20. Borg, G.A.V. (1982). Psychological bases of physical exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14: 377–381.

21. Bortz, W.M., Paul, P., Haff, A.C. ve Holmes, W. (1972). Glycerol turnover and oxidation in man. *J. Clin. Invest.* 51: 1537-1546.
22. Boulant, J.A. (1996). Hypothalamic neurons regulating body temperature. In: Fregly MJ, Blatteis CM, editors. *Handbook of physibodyology*. New York: Oxford Press. 105-26.
23. Boulant, J.A. (2000). Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. *Clin Infect Dis.* 31 Suppl. 5: 157-61.
24. Broad, E.M., Burke, L.M., Cox, G.R. (1996). Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *Int. J. Sport Nutr. Sep;* 6(3): 307-20.
25. Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P. (1996). *Exercise physiology: human bioenergetics and its applications*. Mountain View (CA): Mayfield Publishing Company.
26. Brouns, F. (1991). Heat-sweat-dehydration-rehydration: a praxis oriented approach. *J. Sports Sci.* 9: 143-152.
27. Brouns, F. (1998). Gastric emptying as a regulatory factor in fluid uptake. *Int J Sports Med.* 19: 125-8.
28. Burke, L.M., Hawley, J.A., Schabert, E.J., St Clair Gibson, A., Mujika, I., Noakes, T.D. (2000). Carbohydrate loading failed to improve 100-km performance in a placebo-controlled trial. *J. Appl. Physiol.* 88: 1284–1290.
29. Buskirk, E., W. Beetham. (1960). Dehydration and body temperature as a result of marathon running. *Medicina Sportiva.* 14: 493-506.
30. Byrne, C., Lee, J.K., Chew, S.A. (2006). Continuous thermoregulatory responses to mass-participation distance running in heat. *Med Sci Sports Exerc.* May; 38 (5): 803-813.
31. Candas, V.J.P., Libert, G., Brandenberger, J.C., Sagot, C., Amoros ve Kahn, J.M. (1986). Hydration during exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55: 113-122.

32. Candas, V.J.P., Libert,G., Brandenberger, J.C., Sagot, C. ve Kahn, J.M. (1988). Thermal and circulatory responses during prolonged exercise and different levels of hydration. *J. Physiol. (Paris)*. 83: 11-18.
33. Candas, V. (1999). The thermal environment and its effects on human. Assessment of Thermal Climate in Operator's Cab. Seminar in Florence, November 18-19. 7-13.
34. Casa, D.J., Clarkson, P.M., Roberts, W.O. (2005). American college of sports medicine roundtable on hydration and physical activity: Consensus statements. *Curr. Sports Med.Rep.* 4: 115-127.
35. Cheung, S.S, McLellan, T.M., Tenaglia, S. (2000). The thermophysiology of uncompensable heat stress. *Sports Med.* 29: 329-59.
36. Cheung, S.S., Sleivert, G.G. (2004). Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. *Exerc Sport Sci Rev*; 32: 100-6.
37. Chevront, S.N., Haymes, E.M. (2001). Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med.* 31(10): 743-62.
38. Chevront, S.N., Carter, R.I., Sawka, M.N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr. Sports Med. Rep.* 2: 202-208.
39. Chevront, S.N., Carter R.I, Montain, S.J., Sawka. M.N. (2004a). Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 14: 532-540.
40. Chevront, S.N., Carter, R., Montain, S.J., Sawka. M.N. (2004b). Influence of hydration and air flow on thermoregulatory control in the heat. *Journal of Thermal Biology.* 29: 532-540.
41. Chevront, S.N., Carter R.I, Castellani, J.W., Sawka. M. N. (2005). Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *J. Appl. Physiol.* 99: 1972-1976.

42. Cheuvront, S. N., Carter R.I., Haymes, E. M., Sawka, M.N. (2006). No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38: 1093-1097.
43. Cian, C.N. Koulmann, P.S., Barraud, C.R., Jimenez, C., Melin, B. (2000). Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology.* 14: 29-36.
44. Clark, R.R., Bartok, C., Sullivan, J.C., Schoeller, D.A. (2004). Minimum weight prediction methods cross-validated by the four-component model. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36: 639-647.
45. Collins, M.G.(1999). Effects of three hyperhydration solutions on cardiovascular and thermoregulatory responses, blood volume and running performance. A dissertation presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy with a major in education in the college of graduate studies university of Idaho. August.
46. Collins, M.G. (2000). Effects of three hyperhydration solutions on cardiovascular and thermoregulatory responses, blood volume and running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 9-16.
47. Cooper, K.E. (2002). Some historical perspectives on thermoregulation. *J Appl Physiol*; 92: 1717-1724.
48. CorTemp. (2007). Core body temperature monitoring system user manual. HQI Wireless sensing systems & design. www.hqinc.net. Palmetto. USA.
49. Costill, D.L., Cote, R., Miller, E., Miller, T., Wynder, S. (1975). Water and electrolyte replacement during repeated days of work in the heat. *Aviat. Space Environ. Med.* 46: 795-800.
50. Costill, D.L., Cote, R., Fink, W.J. (1976). Muscles water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. *J. Appl. Physiol.* 40: 6-11.

51. Cotter, J.D., Roberts, W.S., Amos, D., Lau, W.M. ve Prigg, S.K. (2000). Soldier performance and heat strain during evaluation of a combat fitness assessment in Northern Australia. The Defense Science & Technology Organization (DSTO). 1-21.
52. Coutts, A., Reaburn, P., Mummery, K. ve Holmes, M. (2002). The effect of glycerol hyperhydration on olympic distance triathlon performance in high ambient temperatures. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 12: 105-119.
53. Daanen, H.A, Van Es, E.M., De Graaf, J.L. (2005). Heat strain and gross efficiency during endurance exercise after lower, upper or whole body precooling in the heat. *Int J Sports Med.* 26: 1-10.
54. Dill, D.B., Costill, D.L. (1974). Calculation of percentape changes in volumes of blood, plasma and red cells in dehydration. *J. Appl. Phisiol.* 37: 247-248.
55. Duffeld, R., Dawson, B., Pinnington, H.C. ve Wong, P. (2004). Accuracy and Reliability of a CosMed. K₄b² portable gas analysis system. *J. Sci. Med. Sport.* 7(1): 11-22.
56. Duvillard, V.D., Braun, W.A., Markofski, M., Beneke, R., Leithauser, R. (2004). Fluids and Hydration in Prolonged Endurance Performance. *Nutrition.* 20: 651-656.
57. Easton, C.B., Fudge, W. ve Pitsiladis, Y.P. (2007). Rectal, telemetry pill and tympanic membrane thermometry during Exercise heat stress *J. Therm. Biology.* 32 (2): 78-86.
58. Edwards, B., Waterhouse, J., Reilly, T., Atkinson, G. (2002). A comparison of the suitabilities of rectal, gut, and insulated axilla temperatures for measurement of the circadian rhythm of core temperature in field studies. *Chronobiology International.* 19 (3): 579 – 597.
59. Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A.M., Ülkar, B. (2002). *Egzersiz Fیزیolojisi*. Editör: Ergen, E. Ünite 7: Beslenme ve sportif performans. Nobel Yayın. 97-118.

60. Evetovich, T.K., Boyd, J.C., Drake, S.M. (2002). Effect of moderate dehydration on torque, electromyography and mechanomyography. *Muscle Nerve*. 26: 225-231.
61. Fortney, S.M., Nadel, E.R., Wenger, C.B., Bove, J.R. (1981). Effect of blood volume on SPeating rate and body fluids in exercising humans. *J. Appl. Physiol.* 51: 1594–1600.
62. Fortney, SM., Wenger, C.B. Bove J.B. ve Nadel, E.R. (1983). Effect of alterations in blood volume on cardiac stroke volume during exercise. *J. Appl. Physiol.* 55: 884-890.
63. Fortney, SM., Wenger, C.B. Bove J.B. ve Nadel, E.R. (1984). Effect of hyperosmolarity on control of blood flow and SPeating. *J. Appl. Physiol.* 57: 1688-95.
64. Freund, B.J., Montain, S.J., Young, A.J., Sawka, M.N., DeLuca, J.P., Pandolf, K.B., Paleri, C.R. (1995). Glycerol hyperhydration: hormonal, renal and vascular fluid responses. *J. Appl. Physiol.* 79: 2069-2077.
65. Freund, B. J., Young, A.J. (1996). Environmental influences on body fluid balance during exercise: cold stress. In: *Body Fluid Balance Exercise and Sport*, E. R. Buskirk and S. M. Puhl. Boca Raton: CRC Press, pp. 159-196.
66. Fuller, N.J. (1994). Comparative evaluation of body composition methods and predictions and calculation of density and hydration fraction of fat-free mass in obese women. *Int. J. Obese Relat. Metab. Disord.* Jul; 18(7): 503-512.
67. Fukumoto, T., Tanaka, T., Fujioka, H., Yoshihara, S., Ochi, T., Kuroiwa, A. (1988). Differences in composition of sweat induced by thermal exposure and by running exercise. *Clin. Cardiol.* 11: 707-709.
68. Gagge, A.P., Gonzalez, R.R. (1996). Mechanisms of heat exchange: biothis physics and physiology. In: Fregly, M.J., Blatteis, C.M., editors. *Handbook of physiology: environmental physiology*. Bethesda (MD): American Physiological Society: 45-84.

69. Galloway, S.D. (1999). Dehydration, rehydration and exercise in the heat: rehydration strategies for athletic competition. *Can. J. Appl. Physiol.* Apr; 24(2): 188-200.
70. Galloway, S.D. ve Maughan, R.J. (2000). The effects of substrate and fluid provision on thermoregulatory and metabolic responses to prolonged exercise in a hot environment. *J. Sport Sci.* 18: 339-351.
71. Gavin, T.P. (2003). Clothing and thermoregulation during exercise. *Sports Med.* 33: 941-947.
72. Ghosh, S. (1997). Body composition at the bedside. *Eur. J. Gastro. Hepatol.* Aug; 9 (8): 783-788.
73. Gisolfi, C.V., Copping, J.R. (1974). Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. *Med. Sci. Sports.* 6: 108-113.
74. Gisolfi, C.V., Duchman, S.M. (1992). Guidelines for optimal replacements beverages for different athletic events. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 679-687.
75. Gisolfi, C.V., Summers, R.D., Schedl, H.P. (1995). Effect of sodium concentration in a carbohydrate-electrolyte solution on intestinal absorption. *Med Sci Sports Exerc.* 27: 1414-1420.
76. Gleeson, M., Maughan, R. J. ve Greenhaff, P. L. (1986). Comparison of the effects of pre-Exercise feeding of glucose, glycerol and placebo on endurance and fuel homeostasis in man. *Eur. J. Appl. Physiol Occup. Physiol.* 55: 645-653.
77. Gleeson, M. (1998). Temperature regulation during exercise. *Int J Sports Med.* 19: 96-105.
78. Godek, S.F., Bartolozzi, A.R., Godek. J.J. (2005). Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br. J. Sports Med.* 39: 205-211.

79. Gonzalez-Alonso, J., Mora-Rodriguez, R., Below, P.R. ve Coyle E.F. (1995). Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during Exercise. *J. Appl. Physiol.* 79: 1487-1496.
80. Gonzalez-Alonso, J., Teller, C., Andersen, S.L., Jensen, F.B., Hyldig, T. and Nielsen, B. (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged Exercise in the heat. *J. Appl Physiol.* 86: 1032-1039.
81. Gonzalez-Alonso, J., Mora-Rodriguez R., Coyle, E.F. (2000). Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* Feb; 278 (2): 321-30.
82. Goulet, E.D.B. (2001). Effect of glycerol hyperhydration before Exercise in trained triathletes on endurance performance and cardiovascular and thermoregulatory responses. Thesis. The Education Physiology of Sport Department at Kinanthropology in the Sherbrooke University. October.
83. Goulet, E.D.B., Robergs, R.A., Labrecque, S., Royer, D. ve Dionne, I.J. (2006). Effect of glycerol-induced hyperhydration on thermoregulatory and cardiovascular functions and endurance performance during prolonged cycling in a 25 °C environment *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 31: 101–109.
84. Greenleaf, J.E. (1992). Problem: thirst, drinking behaviour involuntary dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 645-656.
85. Greenleaf, J.E., Looft-Wilson, R., Wisherd, J.L., McKenzie, M.A., Jensen, C.D., Whittam, J.H. (1997). Pre-exercise hypervolemia and cycle ergometer endurance in men. *Biol. Sport* 14: 103-114.
86. Greenleaf, J.E., Looft-Wilson, R., Wisherd, J.L. (1998). Hypervolemia in men from fluid ingestion at rest and during exercise. *Aviat. Space Environ. Med.* 69: 374-386.
87. Grucza, R. Szczypaczewska, M. Kozlowski, S. (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical Exercise. *Eur. J. Apply. Physiol.* 56: 603-607.

88. Greiwe, J.S., Staffey, K.S., Melrose, D.R., Narve, M.D., Knowlton, R.G. (1998). Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance. *Med Sci. Sports Exerc.* 30: 284-288.
89. Gudivaka, S., Spiegel, K. (1994). Effect of body position, electrode placement and time on prediction of total body water by multifrequency bioelectrical impedance analysis. *Age - Nutrition.* 5: 111-117.
90. Guyton, A.C., Hall, J.E. (1996). *Textbook of medical physiology.* Philadelphia (PA): Saunders Company.
91. Guyton, A.C., Hall, J.E. (2001). *Tıbbi Fizyoloji.* (10. Baskı). Çev. H. Çavuşoğlu ve ark. Yüce Yayınları ve Nobel Kitabevleri. 822-832 ve 968-978.
92. Hamilton, M.T., Gonzalez-Alonso, J., Montain, S.J. ve Coyle, E.F. (1991). Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *J. Appl. Phys.* 71: 871-877.
93. Hancock, P.A., Vasmatazidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *Int. J. Hyperthermia* 19: 355-372.
94. Hannan, W.J. (1995). Comparison of bio-impedance spectroscopy and multi-frequency bio-impedance analysis for the assessment of extracellular and total body water in surgical patients. *Clin. Sci. (Lond).* Dec. 89(6): 651-658.
95. Hargreaves, M., P. Dillo, D.A. ve Febbraio, M. (1996). Effect of fluid ingestion on muscle metabolism during prolonged exercise. *J. Appl. Phys.* 80: 363-366.
96. Hazır, T. (2000). *Aerobik dayanıklılığın değerlendirilmesinde mekik koşusunun güvenirliliği ve geçerliliği.* Spor Bilimleri programı doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
97. Hitchins, S., Martin, D.T., Burke, L., Yates, K., Fallon, K., Hahn, A., Dobson, GP. (1999). Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. *Eur. J. Appl. Physiol.* 80: 494-501.

98. Hopper, M.K., Coggan, A.R., Coyle, E.F. (1988). Exercise stroke volume relative to plasma volume expansion. *J. Appl. Physiol.* 64: 404-408.
99. Inder, W.J., Spanney, M.P., Donald, R.A., Prickett, T.C., Helleman, J. (1998). The effect of glycerol and desmopressin on exercise performance and hydration in triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* Aug. 30(8): 1263-1269.
100. Institute of Medicine. (1994). Fluid replacement and heat stress. 1994.
101. Institute of Medicine (2005). Water. In: *Dietary Reference Intakes for Water, Sodium, Chloride, Potassium and Sulfate*, Washington, D.C: National Academy Press. 73-185.
102. Jacobs, I. (1980). The effects of thermal dehydration on performance of the wingate anaerobic test. *Int. J. Sports Med.* 1: 21-24.
103. Jeukendrup, A., Wim, H.M., Saris, F.B., Kester, A.D.M. (1996). A new validated endurance performance test. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 28: 266-270.
104. Kanstrup, I.L., Ekblom, B. (1982). Acute hypervolemia, cardiac performance and aerobic power during Exercise. *J. Appl. Physiol.* 52: 1186-1191.
105. Kavouras, S.A., Armstrong, L.E., Maresh, C.M. (2005). Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and thermoregulatory responses during exercise in heat. *J. Appl. Physiol.*
106. Kay, D., Marino, F.E. (2000). Fluid ingestion and exercise hyperthermia: implications for performance. *Thermoregulation metabolism and the development of fatigue. J. Sports Sci.* 18: 71-82.
107. Kay, D., Marino, F.E. (2003). Failure of fluid ingestion to improve self-paced Exercise performance in moderate-to-warm humid environments. *J. Therm. Biol.* 28: 29-34.
108. Kenefick, R.W., Chevront, S.N., Sawka, M.N. (2007). Thermoregulatory function during the marathon. *Sports Med.* 37 (4-5): 312-315.

109. Koenigsberg PS, Martin KK, Hlava HR. (1995). Sustained hyperhydration with glycerol ingestion. *Life Sci.* 5: 645-653.
110. Kovacs EM. (2002). Effect of high and low rates of fluid intake on post-Exercise rehydration. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* Mar; 12(1): 14-23.
111. Koulmann, N., Jimenez, C., Regal, D., Bolliet, P., Launay, J.-C., Savourey, G. ve Melin, B. (2000). Use of bioelectrical impedance analysis to estimate body fluid compartments after acute variations of the body hydration level. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 857–864.
112. Kozlowski, S., Saltin, B. (1964). Effect of Sweat loss on body fluids. *J. Appl. Physiol.* 19: 1119-1124.
113. Lamb, D.R., Gisolfi, C.V. (1990). Fluid homeostasis during exercise. Indianapolis, IN: Cooper Publishing Group. XIV: 459.
114. Lamb, D.R., Lightfoot, W.S. ve Myhal, M. (1997). Prehydration with glycerol does not improve cycling performance vs. 6% CHO-electrolyte drink. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 249.
115. Latzka, W.A, Sawka, MN., Montain, S.J., Skrinar G.S., Fielding, R.A, Matott, R.P, Pandolf, K.B. (1997). Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *J. Appl Physiol.* 83: 860-866.
116. Latzka, W.A., Sawka, M.N., Montain, S.J., Skrinar, G.S., Fielding, R.A., Matott, R.P., Pandolf, K.B. (1998). Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *J. Appl Physiol.* 84: 1858–1864.
117. Latzka, W.A., Sawka, M.N. (2000). Hyperhydration and glycerol: thermoregulatory effects during exercise in hot climates. *Can J. Appl Physiol.* 25(6): 536-545.
118. Leiper, J.B, Brouns, F., Maughan, R.J. (1996). Effects of variation in the type of carbohydrate on absorption from hypotonic carbohydrate-electrolyte solutions (CES) in the human jejunal perfusion model. *J Physiol.* 495: 128.

119. Lin, E.C. (1977). Glycerol utilization and its regulation in mammals. *Annu. Rev. Biochem.* 46: 65-95.
120. Lucia, A., Fleck, S.J., Gotshall, R.W., Kearney, J.T. (1993). Validity and reliability of the cosMed. K2 instrument: *Int. J. Sports Med.* 14(7): 380-386.
121. Luetkemeier, M.J., Thomas E.L. (1994). Hypervolemia and cycling time trial performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: 503-509.
122. Lyons, T.P, Riedesel, M.L, Meuli, L.E, Chick, T.W. (1990). Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to Exercise in the heat on Sweating and core temperature. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22: 477-483.
123. Madara, J.L., Pappenheimer, J.R. (1987). Structural basis for physiological regulation of paracellular pathways in intestinal epithelia. *J Membrane Biol.* 100: 149-164.
124. Magal, M., Webster, M.J., Sistrunk, L.E., Whitehand, M.T., Evans, R.K., Boyd, J.C. (2003). Comparison of glycerol and water hydration regimens on tennis-related performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35(1): 150-156.
125. Marino FE. (2002). Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *Br J Sports Med.* 36: 89-94.
126. Marino, F.E., Kay, D., Cannon, J., Serwach, N., Hilder, M. (2003). A reproducible and variable intensity cycling performance protocol for warm conditions. *J. Sci. Med. Sport.* 5: 95-107.
127. Martin, D.E. (1996). Climatic heat stress studies at the Atlanta 1996 Olympic stadium venue. *Sport Med Train Rehabil.* 6: 249-267.
128. Maughan, R.J., J.B. (1995). Leiper. Effects of sodium content of ingested fluids on post-exercise rehydration in man. *European Journal of Applied Physiology* 71: 311-319.

129. Maughan, R.J., Leiper, J. B., Shirreffs, S. M. (1996). Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake. *European Journal of Applied Physiology* 73: 317-325.
130. Maughan, R.J., Shirreffs, S.M., Merson, S.J., Horswill, C.A., (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *J. Sports Sci.* 23: 73-79.
131. McCullough, E.A., Kenney, W.L. (2003). Thermal insulation and evaporative resistance of football uniforms. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35: 832-837.
132. Melin, B., Jimenez, C., Koulmann, N., Allevard, A-M. ve Gharib, C. (2002). Hyperhydration induced by glycerol ingestion: hormonal and renal responses. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 80: 526–532.
133. Meyer, F., Bar-Or, O., Macdougall, D., Heigenhauser, G.J. (1992). Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 776-781.
134. Miller, J.M., Coyle EF., Sherman WM., Hagberg J.M., Costill DL., Fink WJ., Terblanche SE. (1983). Effect of glycerol feeding on endurance and metabolism during prolonged Exercise in man. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15(3): 237-242.
135. Mitchell, J. W., Nadel, E. R., Stolwijk, J. A. J. (1972). Respiratory weight losses during exercise. *Journal of Applied Physiology.* 32: 474-476.
136. Montain, S.J. and Coyle, A. (1992a). Fluid ingestion during Exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *J. Appl. Physiol.* 73: 903-910.
137. Montain, S.J. and Coyle, A. (1992b). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during Exercise. *J. Appl Physiol.* 73: 1340-1350.

138. Montain, S.J., Latzka, W.A., Sawka, M.N. (1995). Control of Thermoregulatory Sweating is Altered by Hydration Level and Exercise Intensity. *J. Appl. Physiol.* 79: 1434-1439.
139. Montain, S.J., Chevront, S.N., Carter, R., Sawka, M.N. (2006). Human water and electrolyte balance with physical activity. In: *Present Knowledge in Nutrition*, B. Bowman and R. Russell. Washington, D.C: International Life Sciences Institute.
140. Montner, P., Stark, D.M., Riedesel, M.L., Murata, G., Robergs, R., Timms, M., Chick, T.W. (1996). Pre-Exercise glycerol hydration improves cycling endurance time. *Int J. Sports Med.* 17: 27–33.
141. Montner, P., Zou, Y., Robergs, R.A., Murata, G., Stark, D., Quinn, C., Wood, S., Lium, D., Grene, E.R. (1998). Glycerol hyperhydration alters cardiovascular and renal function. *J. Exerc. Physiol Online* 2: 1–10.
142. Montner, P., Zou, Y., Robergs, R.A., Murata, G., Stark, D., Quinn, C., Wood, S., Lium, D. ve Greene, E.R. (1999). Glycerol Hyperhydration Alters Cardiovascular And Renal Function. 2: 1.
143. Morgan, R.M., Patterson, M.J., Nimmo, M.A. (2004). Acute effects of dehydration on sweat composition in men during prolonged exercise in the heat. *Acta Physiol. Scand.* 182: 37-43.
144. Moroff, S.V. ve Bass, D.E. (1965). Effects of over hydration on man's physiological responses to work in the heat. *J. Appl. Physiol.* 20: 267-270.
145. Murray, R. (1987). The effects of consuming carbohydrate-electrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Med.* 4: 322-351.
146. Murray, R., Eddy, D.E., Paul, G.L., Seifert, J.G., Halaby, G.A. (1991). Physiological responses to glycerol ingestion during Exercise. *J. Appl. Physiol.* 71: 144-149.

147. Murray, R. (1995). Fluids needs in hot and cold environments. *Int. J. Sport Nutr.* 5: 62-73.
148. Mustafa, K.Y., Mahmoud, N.E. (1979). Evaporative Water Loss in African Soccer Players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 19: 181-183.
149. Nadel, E.R., Cafarelli, E., Roberts, M.F. (1979). Circulatory regulation during exercise in different ambient temperatures. *J Appl Physiol.* 46: 430-437.
150. Nadel, E.R. (1980). Fortney and C.B. Wenger. Effect of hypohydration state on circulatory and thermal regulation. *J. Appl. Physiol.* 49: 715-721.
151. Nadel, E.R. (1984). Temperature regulation and hyperthermia during exercise. *Clin Chest Med.* 5: 13-20.
152. Nakashima, T., Hori, T., Kiyohara, T. (1985). Osmosensitivity of preoptic thermosensitive neurons in hypothalamic slices invitro. *Eur J Physiol.* 405: 112-117.
153. Newsholme, E.A. ve Taylor, K. (1969). Glycerol kinase activities in muscle from vertebrates and invertebrates. *Biochem. J.* 112: 465-474.
154. Nielsen, B., Hansen, G., Jorgensen, S.O. ve Nielsen, E. (1971). Thermoregulation in exercising man during dehydration and hyperhydration with water and saline. *Int. J. Biometeorol.* 15: 195-200.
155. Nielsen, B., Hales, J.R., Strange, S., Christensen, N.J., Warberg, J., Saltin, B. (1993). Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and Exercise in a hot dry environment. *J. Appl. Physiol.* 460: 467-485.
156. Nikkila, E.A., Ojala, K. (1964). Gluconeogenesis from glycerol in fasting rats. *Life Sci.* 3: 243-249.
157. Noakes, T.D., Rehrer, N.J., Maughan, R.J. (1991). The Importance of Volume in regulating gastric emptying. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 307-313.

158. Noakes, T.D. (1993). Fluid replacement during Exercise. *Exerc. Sports Sci. Rev.* 21: 297-330.
159. Noakes, T. (2003). Fluid replacement during marathon running. *Clin. J. Sport Med.* 13: 309-318.
160. Nybo, L., Nielsen, B. (2001). Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J. Appl. Physiol.* 91: 1055-1060.
161. O'Brien, C., Hoyt, R.W., Buller, M. J. Castellani, J.W., Young, A.J. (1998). Telemetry pill measurement of core temperature in humans during active heating and cooling. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30(3): 468 – 472.
162. O'Brien, C., Freund, B.J., Young, A.J., Sawka, M.N. (2005). Glycerol hyperhydration: physiological responses during cold-air exposure. *J. Appl. Physiol.* Aug; 99(2): 515-521.
163. Pappenheimer, J.R. (1990). Paracellular intestinal absorption of glucose, creatinine, and mannitol in normal animals: relation to body absize. *Am. J. Physiol.* 259: 290-299.
164. Pino, J., Santos, M.R., Moreno, I.M., Padilla, C. (2007). Automatic analysis of Fottball games using GPS on real time. *J. Sport Sci. Med.* 6. Suupl. VI Word Congress on Science and Football. January. 15-20. Antalya. Türkiye.
165. Polar Electro Oy. (2003). Polar S610i Heart Rate Monitor User's Manual, FIN-90440. Kempele.
166. Popowski, L.A., Oppliger, R.A., Patrick, L.G., Johnson, R.F., Kim, J.A., Gisolf, C.V. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 747-753.
167. Ramanathan, L.N. (1964). A new weighting system for mean surface temperature of the human body. *J. Appl. Physiol.* 19: 531-533.

168. Ray, M.L., Bryan, M.W., Ruden, T.M., Baler, S.M. Sharp, R.L., King, D.S.(1998). Effect of sodium in a rehydration beverage when consumed as a fluid or meal. *J. Appl. Physiol.* 85: 1329-1336.
169. Riedesel, M.L., Aleen, D.Y., Peake, G.T., Al-Qattan, K. (1987). Hyperhydration with glycerol solutions. *J. Appl. Physiol.* 63: 2262–2268.
170. Robergs, R.A., Griffin, S.E. (1998). Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. *Sports Med.* 26: 145–167.
171. Rodahl, K. (2003). Occupational health conditions in extreme environments. *Ann. Occup. Hyg.* 47: 241-252.
172. Rodriguez, F.A., Banquells, M., Pons, V., Drobnic, F., Galilea, P.A. (1992). A comparative study of blood lactate analytic methods. *Int. J. Sports Med.* 13(6): 462-466.
173. Rowell, L.B. (1986). *Human circulation: regulation during physical stress.* New York: Oxford University Press.
174. Sawka, M.N., Hubbard, R.W., Francesconi R.P. ve Horstman, D.H. (1983a). Effects of acute plasma volume expansion on altering Exercise-heat performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 51: 303-312.
175. Sawka, M.N., Toner, M.M., Francesconi, R.P. (1983b). Hypohydration and Exercise: effects of heat, acclimation, gender and environment. *J. Appl Physiol.* 55: 1147-1153.
176. Sawka, M.N., Young, A.J., Francesconi, R.P., Muza, S.R. (1985). Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J. Appl. Physiol.* 59: 1394-1401.
177. Sawka, M.N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc.* 24: 657-670.

178. Sawka, M.N., Wenger, C.B., Pandolf, K.B. (1996). Thermoregulatory responses to acute exercise- heat stress and heat acclimation. In: Handbook of Physiology, Section 4: Environmental Physiology, C. M. Blatteis and M. J. Fregly. New York: Oxford University Press for the American Physiological Society. 157-186.
179. Sawka, M.N. ve Coyle, E.F. (1999). Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc. Sport Sci. Reviews*. 27: 167-217.
180. Sawka, M.N., Montain, S.J. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr*. 72: 564-72.
181. Sawka, M.N., Montain, S.J., Latzka, W.A. (2001). Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol*. 128: 679-90.
182. Sawka, M.N., Young, A. J. (2005). Physiological systems and their responses to conditions of heat and cold. In: *Acsm's Advanced Exercise Physiology*, Tipton, C.M., Sawka, M.N., Tate, C.A., Terjung, R.L. Baltimore, Md: Lippincott, Williams & Wilkins. 535-563.
183. Sawka, M.N., Young, A. (2006). Physiological systems and their responses to conditions of heat and cold. In: Tipton, C.M., editor. *American College of Sports Medicine's advanced exercise physiology*. Philadelphia (PA): Lippincott Williams and Wilkins. 535-63.
184. Scheett, T.P., Webster, M.J. ve Wagoner, K.D. (2001). Effectiveness of glycerol as rehydrating agent. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab*. 11: 63-71.
185. Seifert, J.G., Luetkemeier, M.J., Schrage, W. ve Coles, M. (1995). The effects of glycerol ingestion on fluid compartment volumes, physiological function and cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc*. 27: 19.
186. Senay, L.C. (1968). Relationship of evaporative rates to serum Na, K and osmolarity in acute heat stress. *J. Apply. Physiol*. 25: 149-152.

187. Shephard, R.J. (1992). "Maximal oxygen intake". *Endurance in Sport*. (Ed: Shephard R.J. – Astrand P.O.). USA: Balackwell Scientific Publication.
188. Shirreffs, S.M., Taylor, A.J., Leiper, J.B., Maughan, R.J. (1996). Post-exercise rehydration in man: Effects of volume consumed and drink sodium content. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: 1260-1271.
189. Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (1997). Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of alcohol consumption. *J. Appl. Physiol.* 83: 1152-1158.
190. Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (1998a). Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 1598-1602.
191. Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (1998b). Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am. J. Physiol.* 274: 868-875.
192. Shirreffs, S.M., Ragon-Vargas, L.F., Chamorro, M., Maughan, R.J. Serratos, L., Zachwieja, J.J. (2005). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int. J. Sports Med.* 26: 90-95.
193. Sherman, W.M., Pyley, M.J. Sharp, R.L. (1982). Muscle glycogen storage and its relationship with water. *Int. J. Sports Med.* 3: 22-24.
194. Silva, N.L., Boulant, J.A. (1984). Effects of osmotic pressure, glucose and temperature on neurons in preoptic tissue slices. *Am J Physiol.* 247: 335-45.
195. St Clair Gibson, A., Schabert, E.J., Noakes, T.D. (2001). Reduced neuromuscular activity and force generation during prolonged cycling. *Am. J. Physiol.* 71: 187-196.
196. Takamata, A, Nagashima, K, Nose, H. (1997). Osmoregulatory inhibition of thermally induced cutaneous vasodilation in passively heated humans. *Am J Physiol.* 273: 197-204.

197. Terblanche, S.E., Fell, R.D., Juhlin-Dannfelt, A.C., Craig, B.W. ve Holloszy, J.O. (1981). Effect of glycerol feeding before and after exhausting Exercise in rats. *J. Apply. Physiol.* 50: 94-101.
198. Trimmer J.K, Casazza GA, Horning MA, Brooks GA (2001). Autoregulation of glucose production in men with a glycerol load during rest and Exercise. *Am. J. Physiol.* 280: 657–668.
199. Verde, T., Shepiard, R.J., Corey, P. Moore, R. (1982). Sweat composition in exercise and in heat. *J. Appl. Physiol.* 53: 1540-1545.
200. Vist, G.E., Maughan, R.J. (1995). The effect of osmolality and carbohydrate content on the rate of gastric emptying of liquids in man. *J Physiol.* 486: 523-31.
201. Wade AJ. (1981). The distribution and metabolism of glycerol in the rabbit. *Biochem. J.* 196: 547-56.
202. Wagner, D.R. (1999). Hyperhydrating with glycerol: Implications for athletic performance. *Jour Diet Assoc.* Feb; (2): 207-212.
203. Walsh, R.M., Noakes, T.D., Hawley, J.A. ve Dennis, S.C. (1994). Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int. J. Sports Med.* 15: 392-398.
204. Wendt, D., Van Loon, J.C., Lichtevelt, W.D.M. (2007). Thermoregulation during exercise in the heat. *Sports Med.* 37 (8): 669-682.
205. Wendtland, C., Nethery, V., Dacquist, L., Thomas, C. (1997). Glycerol-induced hyperhydration does not provide cardiovascular or thermoregulatory benefit during prolonged Exercise (abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 133.
206. Wenger, C.B. (1988). Human heat acclimatization. In: Pandolf, K.B., Sawka, M.N., Gonzales, R.R. Human performance physiology and environmental physiology at terrestrial extremes. Benchmark. Indianapolis. 153-198.

207. Williams, M.H, (1997). The Ergogenics Edge: Pushing the limits of sport performance. *Human Kinetics*. 9 – 18.
208. YSI Life Sciences. (2003). YSI 1500 sport prating manuals. Yellow Springs, Ohio 45387 USA.
209. Zambraski, E. J. (2005).The renal system. In: *ACSM's Advanced Exercise Physiology*, C. M. Tipton, M. N. Sawka, C. A. Tate and R. L. Terjung. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins. 521-532.
210. Zderic, T.W., Davidson, C.J., Schenk, S., Byerley, L.O., Coyle, E.F. (2004). High-Fat Diet Elevates Resting Intramuscular Triglyceride Concentration And Whole Body Lipolysis During Exercise. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 286: 217-225.

EK 1

SAĞLIK ANKET FORMU

Aşağıda verilen sağlık anketi sorularına lütfen “evet veya hayır” şeklinde cevap veriniz.

SORULAR	EVET	HAYIR
Kalp rahatsızlığınız var mı?		
Kanser hastası mısınız?		
Daha önce herhangi bir kaza geçirdiniz mi?		
Kolesterol sorunuz var mı?		
Sara rahatsızlığınız var mı?		
Şeker hastalığınız var mı?		
Anemi rahatsızlığınız var mı?		
Karaciğerde sorunuz var mı?		
Akciğerde sorunuz var mı?		
Eklemlerde sorunuz var mı?		
Fiziksel bir aktivite yaparken kalbinizde ağrı oluyor mu?		
Tansiyon sorunuz var mı?		
Bacaklarınızda kassal bir rahatsızlık var mı?		
Şu anda romatizmanız var mı?		
Şu anda grip misiniz?		
Daha önce aşırı idman yaptırıldınız mı? Evetse belirtiniz.		
Bacak kemiklerinizde bir rahatsızlık var mı?		
Bu rahatsızlıklara rağmen egzersizin yoğunluğunu azaltmadan iki saatten fazla koşabiliyormusunuz?		
Kollarınızda iki saatten uzun süre koşabilmenize engel olacak kassal bir rahatsızlık var mı?		
Sigara kullanıyor musunuz?		
Alkol sorunuz var mı?		
Besin alerjiniz var mı?		
Başka bir alerjiniz var mı? Evetse belirtin.		
Egzersiz yaparken sıcaklık arttığında sorunuz oluyor mu?		
Egzersiz sırasında sık sık kan şekeriniz düşüyor mu?		
Şu anda tedavi görüyor musunuz? Evetse belirtin		
Dönem (ay, yıl)		
Daha önce bir egzersiz sırasında görünür bir nedeni olmaksızın bilincinizi kaybettiniz mi?		
Daha önce birinci dereceden akrabalarınız arasında elli beş yaşın üstünde, kalp rahatsızlığı olan, bir damarsal- beyinsel kaza geçirmiş veya eklem sorunları olan birileri oldu mu? Evetse belirtin		

Elde edilen tüm bilgiler gizli tutulur.

Bu anketi okudum, anladım ve uygun şekilde doldurdum.

Tarih :

Adı Soyadı :

İmza :

EK 2

BİLGİ FORMU

ARAŞTIRMANIN BAŐLIĐI:

Dayanıklılık Sporcularında Gliserol Desteğinin Termoreğulasyon Üzerine Etkisi

SORUMLU ARAŞTIRMACILAR:

Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Araştırma Görevlisi ve Doktora Öğrencisi, Mehmet PENSE.

Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Öğretim Üyesi ve Çalışmanın Yürütücüsü, Yrd. Doç. Dr. Hüsrev TURNAGÖL.

ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ:

Özellikle dayanıklılık sporcularında performansı sınırlandıran faktörlerin başında dehidrasyon gelmektedir. Egzersiz öncesi oluşturulacak su hiperhidrasyonu, egzersiz sırasında dehidrasyonun oluşmasını geciktirmektedir. Ancak egzersiz öncesi sadece suyun alınması ideal bir durum olarak görülmemektedir. Çünkü bu tip sıvı alımları vücuttan çok kısa sürede idrar olarak atılmaktadır. Bu nedenle de sıvı alımından beklenen etkiler azalmaktadır. Diğer yandan ($20 \text{ ml.kg}^{-1} \text{ VA}$) sıvıyla beraber alınan ($1-1,5 \text{ gr.kg}^{-1} \text{ VA}$) gliserolle oluşturulan hiperhidrasyon, yalnızca suyla oluşturulan hiperhidrasyonla karşılaştırıldığında, 2-2,5 saat sonrasında ortalama 250-566 ml arasında daha fazla sıvı tutumu sağladığı belirlenmiştir. Dehidrasyonu geciktirme ya da engelleme gücü olan bu strateji, uzun süreli egzersizler sırasında dayanıklılık kapasitesini ve fizyolojik fonksiyonları daha iyi düzeye getirebilmekte ve bir yandan da yüksek ısıda ortaya çıkabilecek rahatsızlık risklerini azaltabilmektedir.

Her ne kadar yapılan çalışmalarda gliserol hiperhidrasyonunun etkileri konusunda farklı görüşler belirtilse de bir ergojenik yardımcı olarak gliserolün sporcu performansı üzerine etkisi konusunda tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Tüm bu görüşler değerlendirildiğinde; bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar, gliserol desteğinin egzersiz sırasında termoreğulasyon üzerinde bir etkisinin olup olmadığı, spor ieğeği ve su desteklerinden farklı bir avantajının olup olmadığı belirlenebilecektir.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Sizler (gönüllü denekler) alıőmamızı gerçekleőtireceėimiz Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Performans Labaratuarına 4 ayrı durum için davet edileceksiniz.

İlk gelişinizin sebebi; VO_{2max} 'ınızı belirlemek için gerçekleştirilecek test için olacaktır. Bu test, sizin maximal aerobik fitness düzeyinizi belirleyerek, asıl testte koşu bandında koşacağınız koşu hızınızı bulmak için düzenlenmiştir. Bu test, koşu bandında çok düşük bir koşu hızıyla başlanıp, koşabileceğiniz en yüksek hıza kadar devam edecektir. Koşunuz sırasındaki bu hız her 3 dakikada yaklaşık 1 km/saat artırılabacaktır. Koştuğunuz her hızda solunum gazlarınız yüze takılan bir maske marifetiyle K4b² cihazı ile ölçülecektir. Test, sizin koşu bandının hızına yetişemeyip koşamayacağınız duruma geldiğinde veya sizin fizyolojik ölçümleriniz sonucunda bazı parametrelerinizin en üst sınırına geldiğinde sonlandırılacaktır. Yapılan bu test 3 gün sonra tekrar edilecek ve VO_{2max} değerinizi hesaplanarak bulunan koşu bandı hızınız sizin veri alma formunuza kaydedilecektir.

Bu testten 3 gün sonra yine aynı laboratuara davet edileceksiniz. Bu zaman da idrarınızın tamamını yapmanız istenerek mesanenizin tamamen boşaltılması sağlanacaktır. Verdiğiniz idrardan 2 ml. örnek alınarak içerisindeki “gliserol, sodyum, potasyum ve klor” miktarları belirlenecektir. Aynı zamanda sizin vücut ağırlığınız, vücut kompozisyonlarınız, vücut sıvıları miktarlarınız, vücut içi ve deri üstü vücut sıcaklıklarınız, algılanan yorgunluk ve susuzluk düzeyleriniz, kullanılan oksijen ve karbondioksit miktarlarınız ile kalp atım hızlarınız belirlenecektir. Bunların devamında da kolunuza yerleőtirilecek bir kateter ile kan örneğiniz alınacaktır. Kan alma işleminin tüm protokol sırasında 3 kez tekrarlanacağından, sizin vücudunuza tekrar tekrar girilmemesi için takılan bu sonda ölçümlerin sonuna kadar kolunuzda sabitlenmiş bir şekilde kalacaktır. Her kan alımı öncesi bu kateter hijyenik bir sıvı ile yıkanarak kan örnekleriniz alınacaktır. Kan örneklerinizden ise laktik asit; hemoglobin, hematokrit, sodyum, potasyum, klor, gliserol ve glikoz değerleriniz belirlenecektir.

Bu ölçümlerden hemen sonra sizin içmeniz için, vücut ağırlığınıza göre hesaplanmış sıvı supplement maddeler verilecektir. Verilen supplementleri yaklaşık

90 dakikalık bir süre içerisinde 3 eşit miktarda bölümler halinde içeceksiniz. Birinci solüsyonu sıvı yükleme evresi bölümünün ilk 30 dakikası içerisinde, ikinci solüsyonu hiperhidrasyon bölümünün ikinci 30 dakikası içerisinde ve son solüsyonu ise sıvı yükleme evresi bölümünün üçüncü 30 dakikası içerisinde içmeniz gerekecektir. Bu 3 parça solüsyon bittikten sonra içtiğiniz sıvıların vücudunuzda kolay ve düzenli bir şekilde yayılması için 15 dakika uzanır durumda istirahat halinde bekleyeceksiniz. Bu 105 dakikalık hiperhidrasyon evresi tamamlandıktan sonra, yine idrarınızın tamamını yaptıktan sonra bu evre öncesi yapılan tüm ölçümler ikinci kez tekrar edilecektir.

Bu evreden sonra ise koşu testi evresi başlayacaktır. Sizler bu evrede, daha önce belirlediğimiz koşu hızlarınızda 90 dakika süresince koşu bandında koşacaksınız. Bu koşunun her 30 dakikasında 5'er dakikalık istirahatlar verilecektir. Bu istirahatlar de (30. ve 60 dakikalar) ile test bitiminde (testin 90. dakikası) size yapılan ölçümlerin tamamı tekrar gerçekleştirilecektir. Anlatılan bu test size 3 gün ara ile diğer solüsyon maddeleri aynı şekilde aldıktan sonra 2 kez daha uygulanacak ve tüm ölçümler tekrar yapılacaktır.

Egzersiz süresince yapılacak olan ölçümler;

Tüm ölçümler idrarın tamamı atıldıktan ve havlu ile vücudun tümü kurulandıktan sonra yapılacaktır.

Vücut Ağırlığı = Koşu bandının hemen yanında, 3 etrafı kapalı bir paravanın içinde bulunan 10 gr. hassasiyetli tartıda, tamamen çıplak olarak tartılma sonucunda belirlenecektir

VO₂ ve CO₂ = Yüzünüze takılan bir maske sayesinde, egzersizin her 10 dakikasında bir hava torbasına boşaltacağınız gazların toplanmasıyla belirlenecektir.

KAH = Kalp hizanıza takılan içerisinde verici olan elastiki bir kemer ile el bileğinize takılan, gelen verileri kaydedici bir alıcı polar saat vasıtası ile belirlenecek ve kaydedilecektir.

Vücut İç Sıcaklığı = Size solüsyon maddeler almadan önce küçük çapta bir tablet yutturularak (tablet bir verici ve ısı termistöründen oluşuyor) vücut iç ısınız bir radyo dalgası sayesinde dışarıya bir kaydediciye aktarılacak ve kaydedilecektir.

Vücut Deri Üstü Sıcaklığı = Vücuduz da bulunan 4 farklı bölgedeki (göğüs, ön kol, üst bacak ve baldır) deri üzerine yerleştirilen termistörlerin ve bu termistörlere bağlı olan kablolar vasıtası ile dijital bir kaydediciye aktarılmasıyla belirlenecektir.

Vücut Sıvıları ve Vücut Yağ Yüzdeleri = Sert ve yalıtkan bir zeminde eller ve kollar vücuda temas etmeyecek şekilde sırt üstü yatar pozisyonda iken, 1 el ve 1 ayak parmaklarının başladığı yere ve bilek hizasına yerleştirilen akım iletkenleri sayesinde bir kaydediciye aktarılarak belirlenecektir.

Algılanan Yorgunluk ve Susuzluk Düzeyleri = Bir skala olarak belirlenen ölçek, deneklerden sorgulama metoduyla belirlenecektir.

Kan Analiz Ölçümleri = Her deneğe supplement maddeler verilmeden önce, dirsek iç tarafından venöz damara girilerek kan alımları gerçekleştirilecektir. Her ölçümde tekrar tekrar damarı delmemek için bu teflon sonda test sonuna kadar kol içinde kalacaktır.

Her deneyden önce zorunlu olarak sıvı tüketimi, antrenman ve beslenme ile ilgili bazı sıkı kuralları uygulamak zorunda olacaksınız. Sıvı yükleme evreleri sırasında solüsyonlardan biri 1.2 gr.kg⁻¹ VA gliserol ile 20 ml.kg⁻¹ VA aspartamı saf su, diğeri 20 ml.kg⁻¹ VA gatarode sporcu içeceği ve yine 20 ml.kg⁻¹ VA saf sudur. Bu maddeler 3 eşit parçaya bölünecek, deneklerin yaklaşık her 30 dakikada birini içmeleri sağlanacaktır. Deneylerin her biri için 5 saat civarında bir zaman dilimi gerekecektir.

OLASI RİSKLER

Gliserol takviyesi bazı kişilerde geçici bir süre, baş ağrısı, gastrit sorunlar, mide bulantısı ve kusmaya neden olabilir. Eğer bu bulgulardan biri veya birkaçı görülürse

denek şikâyetçi olduğunu araştırmacıya derhal bildirmelidir. Buna karşılık bu yan etkiler çok az sıklıkta tekrarlar. VO₂'nin ölçümü bazı hassas kişilerde baş ağrısı, bulantı ve baş dönmesine neden olabilir. Buna karşılık, bu bulguların yaygınlığı iyi antrenman yapmış bir atlette çok nadiren görülür. Bu test düzenli fiziksel aktivite yapan, sağlıklı ve genç deneklerde istisnai olarak ani bir ölüme neden olabilecek ritim bozukluğu gibi reaksiyonları tetikleyebilir. 1.5 saat süresince VO₂'nin % 65'nin yapıldığı bir egzersiz dönemi çok ağır olmayan hipohidrasyon (vucüt sıvısının azalması), hipertermi (yüksek ateş), susuzluk, kramp, baş ağrısı, baş dönmesi, kusma, bilinç kaybı, geçici genel güçsüzlük, asidoz ve hipoglisemi (kan-şekeri düşmesi) gibi bazı metabolik düzensizliklere yol açabilir. Şundan emin olun ki tüm bu ölçümler

1) Bir sorun ortaya çıkarsa bedensel dengenin daha kısa sürede düzeltilmesine izin vermesi,

2) Normalde bir araya gelen bulguların (tablo 1) hızlı bir şekilde yeniden tanınması sayesinde hiperterminin (vücut ısısının yükselmesi) ortaya çıkmasına engel olmak için elde tutulur. Son olarak denek efor sırasında anormal bulduğu tüm reaksiyonları araştırmacılara bildirmek zorunda olacak ve böylece egzersiz sırasında, araştırmacı veya denek egzersizin son verilmesine karar verebilecektir.

Tablo 1.

Yandaki durumlar görülürse Egzersizizi hemen bırakın	<ul style="list-style-type: none">• Baş dönmesi• Ağır baş ağrısı• Kusma• Titreme• Pütür pütür deri reaksiyonu• Genel güçsüzlük• Vücut İç Isısı > 40derece• Terlemenin durması
---	---

GÜVENİLİRLİK

Deneklerin isimleri ve kimlik bilgileri ve tüm data bilgileri gizlilik içerisinde olacaktır. Güvenirliliğin sağlanabilmesi için her deneğe bir numara verilecektir. Bu çalışmanın demokratif bilgilendirmesi için kayıtlar saygın bir şekilde kullanılacaktır. Ve bu çalışma dışında isimleri kullanılmayacaktır. Datalar sadece grup data olarak kullanılabilir, bireysel datalar spesifik katılımlarda kullanılmayacaktır.

İLETİŞİM

Çalışma akışı sırasında veya farklı bir zamanda ortaya çıkabilecek sorun veya problem için lütfen bu çalışmanın araştırmacısı konumunda olan Mehmet PENSE veya çalışmanın sağlık sorumlusu olan Dr. Ateş ŞENDİL ile direk olarak irtibat sağlayınız.

Mehmet PENSE

Cep Tel: 0.532.2974199 – 0.505.8750809

İş Tel: 0.312.2976890/157

Ev Tel: 0.312.2471777

Ateş ŞENDİL

Cep Tel: 0.505.6556752

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu çalışmaya katılan tüm denekler gönüllü olarak katılacaklardır. Hiçbir zorlama ve baskı altında çalışmaya katılmaları sağlanmayacaktır. Gönüllü denekler çalışmanın istedikleri bir yerinde katılımcı olmaktan vazgeçerek çalışmadan ayrılacaklardır.

DENEKLERİN SAĞLIK KONTROLLERİ

Deneklerin çalışmaya katılmadan önce tam kan analizleri, akciğer röntgenleri ve EKG'leri Hacettepe Üniversitesi, erişkin hastanesinde gerçekleştirilecektir. Deneklerde herhangi bir bulaşıcı hastalık, solunum yetersizliği veya daha farklı bir sebepten dolayı

Çalışmaya katılımını engelleyici bir problem ortaya çıkarsa, bu denekler çalışmaya alınmayacaklardır.

BİLGİLENDİRME

Çalışma sırasında ortaya çıkabilecek yan etki veya diğer sorunlarda katılımcı derhal sorumlu kişiyle iletişim kurmalıdır ki, çalışmada katılımcının durumu yeniden gözden geçirilsin.

DENEKLER İÇİN ÖDEME

Bu çalışmaya katılan gönüllü denekler için hiçbir ücret ödenmeyecektir.

EK 3
KATILIM KABUL FORMU

Araştırmacı: **Mehmet PENSE**, Doktora Öğrencisi

Araştırmanın işlemlerini iyi anladığımı ve araştırmacıların tüm sorularıma yanıt verdiklerini kabul ediyorum. Bu çalışmayla ilgili rahatsızlıklardan ve olası risklerden haberdarım. Biliyorum ki türü ne olursa olsun bu çalışma için özellikle uygun olan bütün soruları sorabilirim. Biliyorum ki türlerinden bağımsız olarak tüm bilgiler araştırmacı tarafından uygun şekilde gizleniyor ve gizlenecek.

Biliyorum ki her zaman nedeni önemli olmaksızın, bu çalışmayı bırakabilirim.

Şu anda bu çalışmaya katılmayı kendi hür irademle kabul ediyorum.

Tüm sorular için telefon numaraları açıklama mektubunda bulunan araştırmacılar ile görüştüm.

Denek

Adı Soyadı :

İmza :

Tarih :

Araştırmacı

Adı Soyadı :

İmza :

Tarih :

Şahit

Adı Soyadı :

İmza :

Tarih :

EK 4

ETİK KURUL İZİNİ



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi
Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı : B.30.2.HAC.0.01.00.05/4040
Konu :

17/10/2005

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Görüşme Tarihi : 14.10.2005 Cuma
Toplantı No : 2005/8
Proje No : LUT 05/74
Karar No : LUT 05/74 – 7

Üniversitemiz Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğretim üyelerinden Yrd.Doç.Dr. Hüsrev Turnagöl'ün sorumlu araştırmacısı olduğu, Arş.Gör. Mehmet Pense'nin lisansüstü uzmanlık tezi olan LUT 05/74 kayıt numaralı ve "**Dayanıklılık Sporcularında Gliserol Hiperhidrasyonunun Oksijen Kullanımına Etkisi**" konulu proje önerisi kurulumuzda değerlendirilmiş, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof.Dr. E. Rüştü Onur (Başkan)
2. Prof.Dr. Sema Özer (Üye)
3. Prof.Dr. M. Emin Şenocak(Üye)
4. Prof.Dr. Meral Kanbak (Üye)
5. Prof.Dr. Türkan Eldem (Üye)
6. Prof.Dr. Gökhan Gedikoğlu(Üye)
7. Prof.Dr. Erdem Aydın (Üye)
8. Prof.Dr. Ediz Demirpençe (Üye)
9. Doç.Dr. Alev Türker (Üye)
10. Doç.Dr. Ümit Yaşar (Üye)
11. Avukat Serpil Besni (Üye)

EK 5

**ALGILANAN ZORLUK DÜZEYLERİ
(BORG SKALASI)**

6

7

Çok, Çok hafif

8

9

Çok Hafif

10

11

Orta Derecede Hafif

12

13

Epey Zor

14

15

Zor

16

17

Çok Zor

18

19

Çok Çok Zor

20

EK 6

**ALGILANAN SUSUZLUK DÜZEYLERİ
(SUSUZLUK SKALASI)**

1

2

Susuzluk Yok

3

4

Hafif Susuzluk

5

6

Orta Derecede Susuzluk

7

8

Çok Susuzluk

9

10

Aşırı Susuzluk

11

EK 7

**ALGILANAN KARIN AĞRISI DÜZEYLERİ
(KARIN AĞRISI SKALASI)**

1 Hiç

2 Biraz

3 Orta Derecede

4 Çok

5 Aşırı

EK 8

**ANTRENMAN VE DİYET İÇİN ARAŞTIRMA ÖNCESİ PROSEDÜRÜN
DOĞRULANMASI**

Deney 1

Yanıt: Evet veya **Hayır**'ı işaretleyin

Beslenme

1. Deneyden 24 saat önce alkol, kafein, veya şeker içeren içecek-yiyecek veya idrar söktürücü tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

2. Deneyden önceki son 24 saat boyunca, istenildiği gibi, bir miktar sıvı tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

3. Deneyden 90 dakika önce, istenildiği gibi, bir ensure "sıvı besin" tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

Antrenman

1. Deneyden 24 saat önce, istenildiği gibi, tüm fiziksel aktiviteleri kestiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

Deney 2

Beslenme

1. 2. Deneyden 24 saat önce idrar söktürücüler, besin veya kafein, alkol içeren içecekler tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

2. 2. Deneyden önceki son 24 saatte, istenildiği gibi, gereken miktarda sıvı tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

3. Bir önceki soruya hayır yanıtını verdiyseniz, son 24 saatte tüketilen sıvı miktarı isteğe göre son haftaninkine ile aynı mı?

Evet _____ Hayır _____

4. 2. Deneyden 90 dakika önce istenildiği gibi, bir ensure "sıvı besin" tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

5. İlk deneyden önce gelen son 48 saat süresince tüketilen diyet ikinci deneyden önce gelen 48 saat süresince de sıkı ve kontrollü şekilde devam etti mi?

Evet _____ Hayır _____

6. İlk deneyden önce gelen gün boyunca tüketilen diyet ikinci deneyden önce gelecek olan gün de de sıkı ve kontrollü şekilde devam etti mi?

Evet _____ Hayır _____

Antrenman

1. 2. Deneyden önceki gün tüm fiziksel aktiviteleri bıraktınız mı?

Evet _____ Hayır _____

Deney 3

Beslenme

1. 3. Deneyden 24 saat önce idrar söktürücüler, besin veya kafein, alkol içeren içecekler tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

2. 3. Deneyden önceki son 24 saatte, istenildiği gibi, gereken miktarda sıvı tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

3. Bir önceki soruya hayır yanıtını verdiyseniz, son 24 saatte tüketilen sıvı miktarı isteğe göre son haftaninkine aynı mı?

Evet _____ Hayır _____

4. 3. Deneyden 90 dakika önce istenildiği gibi, bir ensüre “sıvı besin” tükettiniz mi?

Evet _____ Hayır _____

5. 1. ve 2. deneyden önce gelen son 48 saat süresince tüketilen diyet 3. deneyden önce gelen 48 saat süresince de sıkı ve kontrollü şekilde devam etti mi?

Evet _____ Hayır _____

6. 1. ve 2. deneyden önce gelen gün boyunca tüketilen diyet 3. deneyden önce gelecek olan gün de de sıkı ve kontrollü şekilde devam etti mi?

Evet _____ Hayır _____

Antrenman

1. 3. Deneyden önceki gün tüm fiziksel aktiviteleri bıraktınız mı?

Evet _____ Hayır _____

EK 9

VERİ TOPLAMA FORMU

VERİ TOPLAMA FORMU

Deneğin;

TEST NO :

Nosu		Yaşı		Lab.Sıcaklığı	
Adı Soyadı		Cinsiyeti		Lab. Nemi	

V02 Peak		Vücut Ağırlığı		Kalça Çevresi	
Koşu Bandı Hızı		Vücut Boyu		Bel Çevresi	

FİZYOLOJİK ÖLÇÜMLER;

Ölçüm Zamanı	Vücut Yağ Yüzdesi	Yağsız Vücut Kütlesi	Total Vücut Suyu	Hücre İçi Sıvılar	Hücre Dışı Sıvılar
Supl Önce					
Supl Sonra					
Egz. 30.dk					
Egz. 60.dk					
Egz. 90.dk					
Egz.Son 30 dk					

VÜCUT DERİ ÜSTÜ SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Ölçüm Zamanı	Göğüs	Önkol	Üst Bacak	Baldır	ORTALAMA
Supl Önce					
Supl Sonra					
Egz. 30.dk					
Egz. 60.dk					
Egz. 90.dk					
Egz.Son 30 dk					

KULAK İÇİ SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Supl Önce		Egz. 30.dk		Egz. 90.dk	
Supl Sonra		Egz. 60.dk		Egz. son 30.dk	

İDRAR ÖLÇÜMLERİ

Supl Önce		Egz. 30.dk		Egz. 90.dk	
Supl Sonra		Egz. 60.dk		Egz. son 30.dk	

VÜCUT AĞIRLIK ÖLÇÜMLERİ

Supl Önce		Egz. 30.dk		Egz. 90.dk	
Supl Sonra		Egz. 60.dk		Egz. son 30.dk	

KAN-LAKTAT ÖLÇÜMLERİ

Supl Önce		Egz. 30.dk		Egz. 90.dk	
Supl Sonra		Egz. 60.dk		Egz. son 30.dk	

TER ATIM ORANLARI

Supl Önce		Egz. 30.dk		Egz. 90.dk	
Supl Sonra		Egz. 60.dk		Egz. son 30.dk	

ALGILANAN SKALA SONUÇLARI

Ölçüm Zamanı	Algılanan Yorgunluk Seviyesi	Algılanan Susuzluk Seviyesi	Algılanan Karın Ağrısı Seviyesi
Supl Önce			
Supl Sonra			
Egz. 30.dk			
Egz. 60.dk			
Egz. 90.dk			
Egz.Son 30 dk			

VO₂, VCO₂, KAH ve VİS ÖLÇÜMLERİ;

ZAMAN (dak)	VO ₂ (ml/kg)	VCO ₂ (ml/kg)	KAH (atım/dak)	VÜC. İÇ SIC. (C ⁰)
Supl. Alımı Öncesi				
Supl. Alımı Sonrası				
Egzersiz Süresince				
10. dakika				
20. dakika				
30. dakika				
40. dakika				
50. dakika				
60. dakika				
70. dakika				
80. dakika				
90. dakika				
Egzersiz Sonrası				
10. dakika				
20. dakika				
30. dakika				

KAN ANALİZLERİ I

Ölçüm Zamanı	Hemoglobin	Hemotokrit	Plazma Ozml.	Plazma Hacmi
Supl Önce				
Supl Sonra				
Egz. 30.dk				
Egz. 60.dk				
Egz. 90.dk				
Egz.Son 30 dk				

KAN ANALİZLERİ II

Ölçüm Zamanı	Gliserol	Glikoz	Sodyum	Potasyum	Klorür
Supl Önce					
Supl Sonra					
Egz. 30.dk					
Egz. 60.dk					
Egz. 90.dk					
Egz.Son 30 dk					

İDRAR ANALİZLERİ

Ölçüm Zamanı	Gliserol	İdrar Ozm	Sodyum	Potasyum	Klorür
Supl Önce					
Supl Sonra					
Egz. 30.dk					
Egz. 60.dk					
Egz. 90.dk					
Egz.Son 30 dk					