

# Gliserol Hiperhidrasyonunun 30 °C Sıcaklıkta Dayanıklılık Koşusu Süresince Vücut Sıvı ve Elektrolit Dengesine Etkisi\*

Mehmet PENSE<sup>1</sup>

Hüsrev TURNAGÖL<sup>2</sup>

\* Bu Çalışma aynı isimli doktora tezinden özetlenmiştir

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Konya. E-mail: [mehmetpense@selcuk.edu.tr](mailto:mehmetpense@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Ankara

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, egzersiz öncesi gliserol, spor içeceği ve su yüklemelerinin sıcak ortamda gerçekleştirilen 90 dakikalık koşu sırasında vücut sıvı-elektrolit dengesi üzerine etkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya elit düzeyde 9 uzun mesafe koşucusu erkek denek katılmıştır (yaş: 18,7±1,3 yıl, vücut ağırlığı: 58,8±6,6 kg, boy: 170,7±5,2 cm, VO<sub>2maks</sub>: 63,94±3,04 ml/kg). Rastgele sıra ve çift kör deneme düzenine göre, 3 gün arayla yapılan 3 farklı sıvı yüklemesini takiben deneklere, maksimal oksijen tüketimlerinin %65'i şiddetinde 90 dk'lık egzersiz testi, 30±1,8 °C oda sıcaklığı ve % 25-35 nem koşullarında uygulanmıştır. Yükleme yapılan solüsyonlar şunlardır: 1) 20 ml.kg<sup>-1</sup> safsu ile karıştırılmış 1.2 gr.kg<sup>-1</sup> gliserol (GS), 2) 20 ml.kg<sup>-1</sup> sulandırılmış hipotonik bir spor içeceği (%2 karbonhidrat) (SP), 3) Aspartam ile tatlandırılmış 20 ml.kg<sup>-1</sup> saf su (P). Vücut sıvı-elektrolit dengesindeki değişiklikler; sıvı yüklemesi öncesi ve sonrası, koşu testinin 30., 60. ve 90. dakikalarında alınan kan ve idrar parametreleriyle değerlendirilmiştir. Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi sonuçlarına göre, sıvı yüklemeleri arasında vücut sıvı-elektrolit dengesi üzerine etkileri açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>.05). Sonuç olarak, elit dayanıklılık sporcularında gliserol, spor içeceği ve su solüsyonlarının vücut sıvı-elektrolit dengesi üzerine etkileri benzerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Gliserol, hiperhidrasyon, suplementasyon, sıvı-elektrolit dengesi.

## Effect of Glycerol-Induced Hyperhydration on Body Fluid and Electrolyte Balance in Endurance Athletes during The Course of Treadmill Exercise Performed at 30 °C for 90 minute

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of glycerol-induced hyperhydration on body fluid and electrolyte balance in endurance athletes during the course of treadmill exercise performed at 30°C for 90min. 9 elit level male long-distance runner were participated to this study (age:  $\bar{x} = 18,7 \pm 1,3$  years, height:  $\bar{x} = 170,7 \pm 5,2$  cm, body weight:  $\bar{x} = 58,8 \pm 6,6$  kg, VO<sub>2max</sub>: 63,94±3,04 ml.kg<sup>-1</sup>). First, VO<sub>2max</sub> of the subjects were determined with an incremental treadmill running protocol. In a randomized, double-blind cross over experimental design subjects were tested three times with 3 days intervals (wash out) following ingestion of 20 ml.kg<sup>-1</sup>BW of three different mixture of solutions: 1) diluted sports drink with 1.2 gr.kg<sup>-1</sup>BW glycerol (GS) 2) diluted sports drink (SP) and 3) aspartame flavored distilled water (WS). Exercise trials were conducted at an exercise intensity of 65% maximal oxygen consumption (VO<sub>2max</sub>) for 90 min at 30±1.8°C and 25-35% relative humidity. Blood and urin samples were collected pre and post fluid ingestion, at the 30th, 60th and 90th min of exercise trials to determine body fluid and electrolyte balance. Data were analyzed using two-way (treatmentxtime) analyses of variance (ANOVA). Significance level was defined as p<0.05. No significant difference was found among the three solutions ingested with respect to their effects on fluid and electrolyte parameters (p>0.05). In conclusion, glycerol-induced hyperhydration has no advantage compared to the other solutions ingested on body fluid and electrolyte balance in endurance athletes during 90 min of treadmill run.

**Key Words:** Glycerol, hydration, hyperhydration, fluid and electrolyte balance.

### GİRİŞ

Sıcak ortamda yapılan dayanıklılık egzersizlerinde hipertermi ve dehidrasyon oluşabilmektedir (10). Vücut ağırlığının % 2'sinin üzerinde bir sıvı kaybının, dayanıklılık performansına zarar verdiği (2, 3, 7, 11, 12), termal strese ve kalp atım hızında artışa (8), glikojen depolarında boşalmaya (5), vücut iç sıcaklığı ve algılanan zorluk

düzeyinde artışa (9, 13), metabolik ve merkezi sinir sisteminde hasara (4), terleme hızında artışa (12) yol açtığı belirlenmiştir. Ortam sıcaklığının vücut sıcaklığını aştığı koşullarda termoregülasyonun düzenlenmesi amacıyla terleme artmaktadır (12). Terleme nedeniyle toplam vücut suyu (TVS) azalır. Terlemeyle oluşan su kaybı ortalama 30 g.dk<sup>-1</sup> (1,8 kg.sa<sup>-1</sup>)'dir. Terlemeyle suyun yanı sıra kas

kasılmasında çok önemli görevleri olan sodyum (Na<sup>+</sup>), potasyum (K<sup>+</sup>), klor (Cl<sup>-</sup>) gibi elektrolitler de kaybedilmektedir. Bu elektrolitlerden Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> kaybı, K<sup>+</sup>'a göre çok daha fazla olmaktadır (14). Su kaybı sonucu oluşan hipohidrasyon, kan hacminin düşmesine, plazma ozmolalitesinin yükselmesine, terleme hızının düşmesine, kas ve deriye kan akışının azalmasına yol açmaktadır (39). Bu değişiklikler, dayanıklılık egzersizinin gerektirdiği kalp debisinin korunmasını zorlaştırmakta ve dayanıklılık performansını düşürmektedir (39, 43). Egzersiz öncesi hidrasyon düzeyinin artırılması, dayanıklılık performansının korunmasında son derece önemlidir. Hidrasyon düzeyinin artırılmasında kullanılan solüsyon içeriği, hiperhidrasyon süresini etkileyebilmektedir. Gliserol ilaveli solüsyonların, su ya da karbonhidrat içeren solüsyonlarla karşılaştırıldığında daha uzun süreli hiperhidrasyon oluşturduğunu gösteren çalışmalar vardır (16, 26, 38). Gliserolun bu etkisinin, böbrekler tarafından suyun atılmasını geciktirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Böylece, kan hacmi artmakta, plazma ozmolalitesi ile kan ve idrar elektrolitleri korunmaktadır. Bu çalışmada, egzersiz öncesi gliserol, spor içeceği ve su yüklemelerinin 30°C sıcaklıkta gerçekleştirilen 90 dakikalık koşu sırasında vücut sıvı-elektrolit dengesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulundan izin (LUT 05/74-7) alınmıştır.

**Deney Düzeni:** Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi YO Performans laboratuvarında Mayıs-Temmuz aylarında gerçekleştirilmiştir. Tüm testler 9<sup>00</sup>-16<sup>00</sup> saatleri arasında yapılmış olup, denekler her üç denemede de aynı saat diliminde teste alınmıştır. Rastgele sıra ve çift kör deneme düzeniyle gerçekleştirilen çalışmada, deneklere 3 gün arayla 3 farklı sıvı yüklemesi yapılmış ve sıvı yüklemesini takiben maksimal oksijen tüketimlerinin %65'i şiddetinde 90 dk'lık egzersiz testi uygulanmıştır.

**Araştırma Grubu:** Bu çalışmanın araştırma grubunu, 9 erkek elit düzey uzun mesafe koşucusu oluşturmaktadır (yaş: 18,7±1,3 yıl, vücut ağırlığı: 58,8±6,6 kg, boy: 170,7±5,2 cm, VO<sub>2maks</sub>: 63,94±3,04 ml.kg<sup>-1</sup>). Katılımcılara bilgilendirme ve onam formu imzalatılmıştır. Çalışma öncesi tüm denekler sağlık kontrolünden geçirilmiş, EKG, akciğer grafisi, hemogram ve kan basınçları değerlendirilmiştir. Sağlık problemi olmayan denekler çalışmaya alınmıştır. Deneklerden çalışma süresince antrenman programlarına ara vermeleri, beslenme

alışkanlıklarını değiştirmemeleri ve herhangi bir ilaç veya madde kullanmamaları istenmiştir.

## Verilerin Toplanması

Egzersiz şiddetini belirlemek ve standart yükleme yapabilmek amacıyla deneklerin maksimal oksijen tüketimleri belirlenmiştir. Maksimal oksijen tüketiminin belirlenmesinden üç gün sonra deneklere sıvı yüklenmesine başlanmıştır. Üç gün arayla üç farklı sıvı yüklemesini takiben egzersiz testi uygulanmıştır. Sıvı yüklemesi öncesi, sonrası ve egzersiz testi sırasında kan ve idrar örnekleri alınarak sıvı-elektrolit dengesindeki değişiklikler incelenmiştir (Şekil 1). Aşağıda çalışma protokolü uygulama sırasına göre açıklanmıştır.

## Maksimal Oksijen Tüketiminin (VO<sub>2maks</sub>) Belirlenmesi

VO<sub>2maks</sub> 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 (20).

Protokol; her 3 dakikalık koşu süresi 1 evreyi oluşturmakta ve her evrenin bitiminde koşu bandı hızı 1 km/saat (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22) hızlandırılmaktadır.

VO<sub>2maks</sub> testinde, testi bitirme kriterleri 220-yaş, KAH<sub>max</sub>, solunum değişim oranının (RER) 1,1'den yükseğe çıkması, laktat konsantrasyonunun 8 mmol/L'den yüksek değerlere çıkması olarak belirlenmiş (44) veya denegin kendi isteğiyle test sonlandırılmıştır.

Test sırasında deneklerin üzerlerine yerleştirilen CosMed K<sub>4</sub>b<sup>2</sup> (ITALY) analizörü ile VO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub> ve RER ölçümleri yapılmıştır. Test sırasındaki en yüksek VO<sub>2</sub> değeri VO<sub>2maks</sub> değeri olarak kabul edilmiştir. Aynı test 3 gün sonra tekrarlanmış ve iki test arasındaki en iyi VO<sub>2maks</sub> değeri alınarak deneklerin VO<sub>2maks</sub>'ları belirlenmiştir. Sporcuların 90 dakika süresince koşacakları VO<sub>2maks</sub>'ın % 65'ine denk gelen koşu hızları, VO<sub>2maks</sub> değerlerinin 4. dereceden eğrilere oturtularak interpolasyon yöntemiyle belirlenmiştir.

## Sıvı Yüklemesi

Test günü deneklerden laboratuvara aç karnına gelmeleri istenmiş ve her deneye 500 ml su içirildikten sonra standart kahvaltı olarak 500 ml sıvı besin (ENSURE, Abbot) verilmiştir. Bu standart kahvaltıdan 45dk sonra deneklere yükleme sıvısı verilerek 90dk'lık süre içinde sıvının tamamını içmeleri istenmiştir. Sıvı yüklemesinin tamamlanmasından sonra 15 dk beklenmiş ve daha sonra 90dk'lık egzersiz testi uygulanmıştır.

Bu çalışmada etkisi incelen yüklenme sıvıları şunlardır: 1) 20 ml.kg<sup>-1</sup> saf su ile karıştırılmış 1.2 gr.kg<sup>-1</sup> gliserol (GS), 2) 20 ml.kg<sup>-1</sup> sulandırılmış hipotonik bir spor içeceği (%2 karbonhidrat) (SP), 3) Aspartam ile tatlandırılmış 20 ml.kg<sup>-1</sup> saf su (P). Yüklenme sıvılarının üçünün de (GS, SP ve SS) aynı tat ve sıcaklıkta (10 °C) olmaları sağlandı. Deneklere sıvı yüklemeleri rastgele sıra ve çift kör deneme düzenine göre yapıldı. Her denneğin içmesi gereken toplam sıvı miktarı 3 eşit hacme ayrılarak her 30 dakikada bir eşit miktarda sıvı içilmesi sağlandı. Sıvının tamamının içilmesini takiben, postüral değişimlerin vücut sıvı dağılımı üzerindeki etkilerini en aza indirmek amacıyla denekler 15 dakika sırt üstü yatırıldı..

### Koşu Testi

Sıvı yüklemesi sonrasında denekler belirlenen VO<sub>2maks</sub>'ın %65'ine denk gelen koşu hızında 90 dk koşuturuldu. Deneklerin koşu hızları bireysel farklılıklardan dolayı 12 – 18 km/saat arasında değişiklik göstermiştir. Koşu testinin 30. 60. ve 90. dk'larında 5 dk'lık dinlenme süresini takiben kan ve idrar örnekleri alındı (Şekil 1). Koşu testi 30±1,8 °C oda sıcaklığı ve % 25-35 nem koşullarında uygulanmıştır. Oda sıcaklığı COOLLİNE (48000 BTU) klima kullanılarak yükseltilmiştir.

### Kan Parametrelerinin Analizi

Kan örnekleri, sıvı yüklemesi öncesi, sonrası ve koşu testinin 30., 60. ve 90. dakikalarında verilen 5dk'lık dinlenmeyi takiben deneyimli bir hemşire tarafından antekübital vene yerleştirilen ve iğnesiz bir enjektöre bağlanan 20 dereceli bir venflon sonda ile alındı. Sonda her kullanımdan sonra 100 ml'lik bir serum fizyolojik içerisine 2500 I.U./5 ml'lik heparin karıştırılarak temizlendi. Her denekten toplam 10.5 ml venöz kan alındı. Kanlar, içerisinde EDTA ve HEPARİN olan 3.5 ml'lik 2 ayrı cam tüpe ve 3.5 ml'lik boş biyokimya tüpüne dolduruldu. EDTA'lı tüpe alınan kan örnekleri (gliserol ölçümü için) ve HEPARİNLİ tüpe alınan kan örnekleri (sodyum, potasyum ve klor ölçümleri için); kan alımından hemen sonra +4 °C'de, 4000 devirde 40 dk santrifüj edildi. Santrifüj edilen kan örnekleriyle beraber boş biyokimya tüplerindeki kan örnekleri (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> ölçümleri için) -2 ile +8 °C soğuklukta bir soğutucu içerisinde analiz merkezine (Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi) nakledilmiştir.

Plazma ozmolalite ve plazma hacimleri ise aşağıdaki formülle hesaplandı:

**Formül.** Plazma ozmolalitesinin ve plazma hacimlerinin belirlenmesi (15)

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

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

$$PHA = BVA - CVA \quad \Delta PH, \% = 100 (PHA - PHB) / PHB (6).$$

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

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

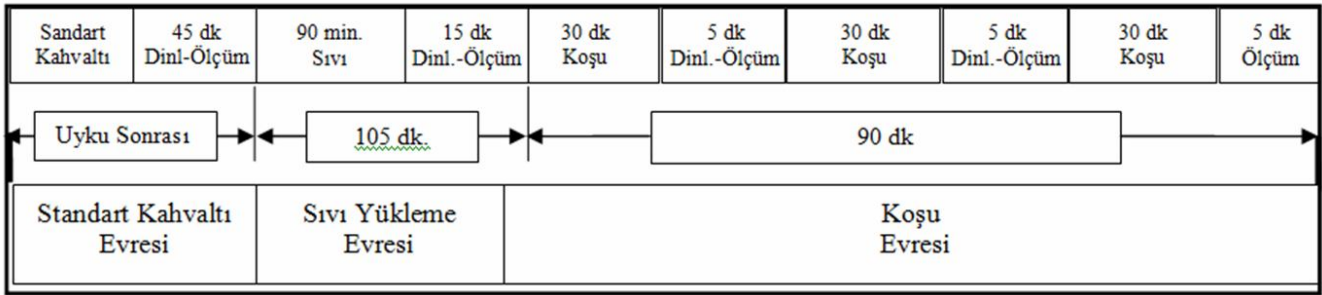
BVA=Dehidrasyon öncesi kan hacmi, BVB=Dehidrasyon sonrası kan hacmi, CVA=Dehidrasyon öncesi kırmızı hücre hacmi, CVB=Dehidrasyon sonrası kırmızı hücre hacmi, PHA=Plazma hacmi

### İdrar Parametrelerinin Analizi

Deneklerden toplanan idrarlar, idrar atım miktarı (İAM), idrar dansitesi (İD) ve idrarla atılan sodyum, potasyum ve klor elektrolitlerinin miktarının belirlenmesinde kullanıldı. Her denekten toplanan idrarın tamamı ölçülü bir kaba aktarılarak toplam İAM miktarı kaydedildi. Daha sonra, her deneye ait 3 ml idrar pipetle 10 ml'lik ağız kapaklı cam bir tüpe aktararak sodyum, potasyum ve klor elektrolitlerinin analizleri için laboratuvara gönderildi. İD ise, refraktometreyle (MASTER-URC/NM-JAPAN) ölçüldü.

### Verilerin Analizi

Aralıklı olarak artan yüklenme protokolü sonucunda elde edilen VO<sub>2maks</sub> değerlerinin test-tekrar test güvenilirliği, Tekrarlı Ölçümlerde Tek Yönlü Varyans Analiziyle belirlendi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testiyle incelendi. 90 dakikalık treadmill koşusu süresince seri şekilde toplanan tüm verilerin analizinde Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi testi kullanıldı. Anlamlı farklılık bulunması durumunda, bu farklılığın hangi denemeler arasında ya da hangi zaman aralıklarında olduğunun belirlenmesinde LSD post-hoc testi kullanıldı. Anlamlılık p<0.05 olarak kabul edildi.



Şekil 1. Deney düzeni

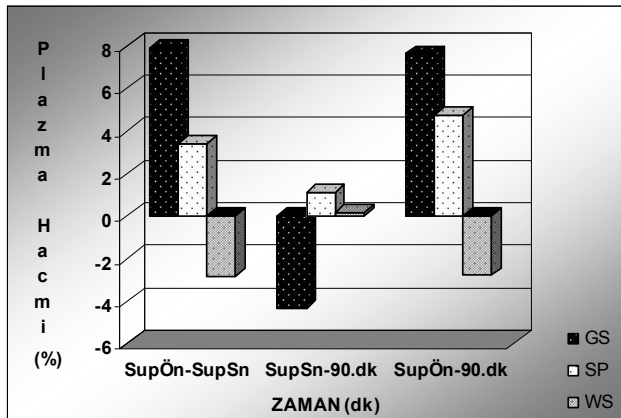
**BULGULAR**

Tüm denemeler tamamlandığında, deneklerin hiçbirinde mide bulantısı, mide şişkinliği, baş ağrısı ve baş dönmesi vb. şikayetler gözlenmedi. Denekler sadece sıvı yüklemelerinin başlamasından 15-20 dk sonra sık sık idrar atım ihtiyacı duydular.

Her sıvı yüklemesi öncesindeki, İD (GS:  $1.007 \pm 6.14$ , SP:  $1.009 \pm 6.59$ , SS:  $1.011 \pm 5.85$ ) ve plazma ozmolalitesi (POzm) (GS:  $289.78 \pm 2.99$ , SP:  $291.67 \pm 4.21$ , SS:  $288.00 \pm 2.18$ ) değerleri incelendiğinde, tüm deneklerin öhidrate durumda oldukları belirlendi.

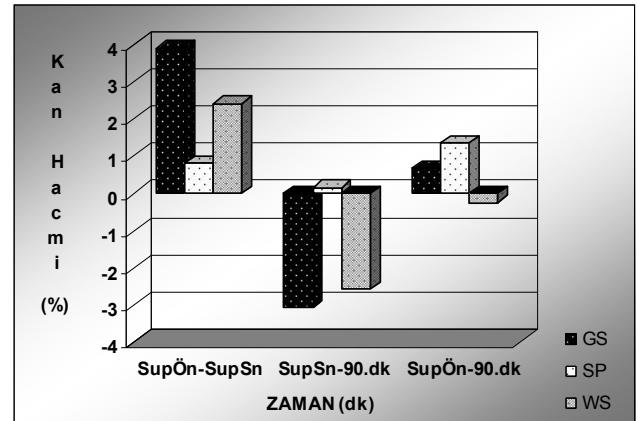
**Kan Parametreleri**

Plazma hacmi değişim oranları yönünden suplementler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $F_{sup} = 0.430$ ,  $p > .05$ , Şekil 3). Öte yandan, plazma hacimlerinin zamana bağlı değişim oranlarında anlamlı farklılıklar olduğu belirlendi ( $F_{zam} = 15.254$ ,  $p < .05$ ). Bu farklılıklar, SupSn-90.dk Plazma Hacmi % değerlerinin her 3 grupta anlamlı şekilde düşmesinden kaynaklanmaktadır (bkz. şekil 2).



Şekil 2. Suplement öncesi-suplement sonrası, supplement sonrası-90. dk ve supplement öncesi-90. dk evreleri arasında plazma hacmi değişim oranları.

Benzer şekilde, kan hacmi değişim oranları yönünden suplementler arasında anlamlı farklılık bulunmazken ( $F_{sup} = 0,352$ ,  $p > 0.05$ ), zaman içindeki değişimler anlamlı bulundu ( $F_{zam} = 10,366$ ,  $p < .05$ ). Zaman içindeki bu farklılıklar Plazma Hacmi ile paralel bir durum izlemiş ve farklılığın sebebi SupSn-90.dk Kan Hacmi % değerlerinin her 3 grupta anlamlı şekilde düşmesinden kaynaklanmıştır (bkz. şekil 3).



Şekil 3. Suplement öncesi-suplement sonrası, supplement sonrası-90. dk ve supplement öncesi-90. dk evreleri arasında kan hacmi değişim oranları.

Her üç supplement yüklemesi öncesi ve sonrası ile egzersiz sonrası ölçülen plazma ozmolalitesi, kan hemoglobin ve hemotokrit değerlerine ilişkin tanımlayıcı veriler ve ANOVA sonuçları tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1'de sunulan değişkenlerin hiçbirinde suplementler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmezken (POzm  $F_{sup} = 2.863$ ; KanHb  $F_{sup} = 0.346$ ; KanHct  $F_{sup} = 0.222$ ,  $p > .05$ ), zamana bağlı değişiklikler her üç parametrede de anlamlı bulundu (POzm  $F_{zam} = 5.07$ ; KanHb  $F_{zam} = 7.17$ ; KanHct  $F_{zam} = 18.83$ ,  $p < .05$ ). Zaman içindeki POzm anlamlı değişiklik GS grubu değerlerinin SupSn evrede düşmesi, KanHb değerlerindeki anlamlılık GS ve SS gruplarında SupSn ve 90. dk değerlerindeki düşüş, KanHct değerlerindeki

anlamli farklılıklar ise, her 3 grupta SupSn ve 90. dk. değerlerindeki düşmelerdir.

KanNa<sup>+</sup> değerlerinde suplementler arasında anlamli farklılık gözlemlenirken (Na<sup>+</sup> F<sub>sup</sub> = 3.661, p<.05), KanK<sup>+</sup> (K<sup>+</sup> F<sub>sup</sub> = 2.339) ve KanCl<sup>-</sup> değerlerinde (Cl<sup>-</sup> F<sub>sup</sub> = 0.684) farklılık bulunmadı (p>.05). Suplementler arasında KanNa<sup>+</sup> değerlerindeki anlamli farklılık incelendiğinde; SupÖn ve SupSn ölçüm değerlerinde gruplar arasında farklılık yokken, GS grubunun 90. dakika değerleri SP ve SS gruplarından anlamli düzeyde düşüktür (bkz. tablo 2).

Zaman içindeki değişimler incelendiğinde; GS yüklemesi sonrası KanNa<sup>+</sup> değerlerinin yükleme öncesi ve 90. dk değerlerinden düşük bulunmuştur (Na<sup>+</sup> F<sub>zam</sub> = 7.341, p<.05). KanK<sup>+</sup> ve KanCl<sup>-</sup> değişkenlerinde ise anlamli farklılık gözlemlenmemiştir (K<sup>+</sup> F<sub>zam</sub> = 2.770, Cl<sup>-</sup> F<sub>zam</sub> = 3.022, p>.05).

**Tablo 1.** Suplement yüklemeleri öncesi, sonrası ve egzersiz testi sonrası plazma ozmolalitesi, kan hemoglobin ve hemotokrit değerlerine ilişkin ANOVA sonuçları.

n = 9		SUPÖN	SUPSN	90. dk	P	P <sub>sup</sub>	P <sub>zaman</sub>
		$\bar{x} \pm Ss$					
POzm (mOsm)	GS	289.78 ± 2.99	284.89 ± 5.25	288.88 ± 4.08	<b>0.042<sup>β</sup></b>	0.086	<b>0.020</b>
	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		
KANHb (gr/dl)	GS	15.07 ± 0.98	14.54 ± 1.09	14.82 ± 0.87	<b>0.008*</b>	0.713	<b>0.06</b>
	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	<b>0.014<sup>β</sup></b>		
KANHct (%)	GS	43.88 ± 2.60	41.64 ± 2.68	41.96 ± 2.57	<b>0.001*</b>	0.803	<b>0.000</b>
	SP	43.09 ± 3.46	41.81 ± 3.22	41.56 ± 3.10	<b>0.016**</b>		
	SS	43.41 ± 3.59	41.23 ± 2.79	42.64 ± 3.59	<b>0.001**</b>		

\* = supön, 90.dk'dan farklıdır (p<.05), \*\* = supön, supsn ve 90.dk'dan farklıdır (p<.05),  
β = supsn, supön ve 90.dk'dan farklıdır (p<.05).

**Tablo 2.** Suplement yüklemeleri öncesi, sonrası ve egzersiz testi sonrası kan sodyum, potasyum ve klor değerlerine ilişkin ANOVA sonuçları.

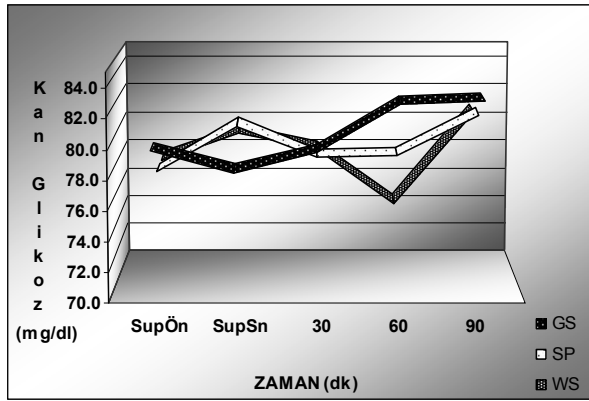
N= 9		SUPÖN	SUPSN	90. dk	p	P <sub>sup</sub>	P <sub>zaman</sub>
		$\bar{x} \pm Ss$					
KanNa <sup>+</sup> (mEq/l)	GS	140.00 ± 1.50	137.00 ± 2.06	139.37 ± 1.81	<b>0.001**</b>	<b>0.050</b>	<b>0.005</b>
	SP	140.67 ± 1.58	139.71 ± 3.02	140.35 ± 1.92	0.716		
	SS	137.67 ± 3.77	137.29 ± 2.73	141.00 ± 2.01	<b>0.028*</b>		
KanK <sup>+</sup> (mEq/l)	GS	4.54 ± 0.57	4.17 ± 0.40	3.96 ± 0.19	<b>0.049<sup>#</sup></b>	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		
KanCl <sup>-</sup> (mEq/l)	GS	101.33 ± 2.54	101.66 ± 1.50	105.67 ± 5.63	<b>0.017<sup>β</sup></b>	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<.05), \*\* = supsn, supön ve 90.dk'dan farklıdır (p<.05).  
# = supön, 90.dk'dan farklıdır (p<.05), β = 90.dk, supön ve supsn'dan farklıdır (p<.05).

Kan glikozu değerlerinde gerek suplementler arasında (F<sub>sup</sub> = 0.776) gerekse zaman içindeki değişimlerde (F<sub>sup-zam</sub> = 0.435,) anlamli farklılık bulunmamıştır (p>.05) (Şekil 4).

Kan laktat değerlerinde, üç suplement denemesi arasında istatistiksel olarak anlamli farklılık gözlenmedi (F<sub>sup</sub> = 0.781,

p>.05, Şekil 5). Zaman içindeki değişimlerde ise sadece gliserol denemesinde anlamli fark belirlendi (F<sub>zam</sub> = 5.479, p<.05). Bu farklılık incelendiğinde; anlamli farklılığın SupSn Kan-kattat değerlerinin (1.21±0.40) diğer evrelerden (SupÖn: 0.95±0.37; 30.dk: 0.77±0.18; 60.dk: 0.88±0.35; 90.dk: 0.82±0.17) yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

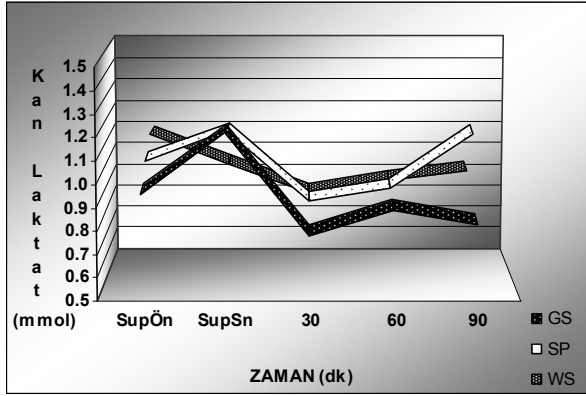


Şekil 4. Supplement öncesi, sonrası ve egzersizin 30., 60. ve 90. dakikalarındaki kan glikoz değerlerinde meydana gelen değişimler.

Tablo 4. Supplement yüklemeleri öncesi, sonrası ve egzersiz testinin 30., 60. ve egzersiz testi sonrası İAM ve İD değerlerine ilişkin ANOVA sonuçları.

		SUPÖN	SUPSN	30. dk	60. dk	90. dk	p	P <sub>sup</sub>	P <sub>zaman</sub>	
		$\bar{x} \pm Ss$								
İAM (lt)	GS	n	9	8	5	7		0.737	0.012	
		-	599.33 ±279.52	281.00 ±148.98	132.60 ±178.46	106.1 ±153.74	0.021*			
	SP	n	9	9	6	8				
		-	502.44 ±202.16	532.11 ±205.59	167.17 ±241.82	48.88 ± 16.92	0.002 <sup>β</sup>			
	SS	n	8	8	9	7				
		-	528.75 ±177.20	509.5 ±263.72	204.57 ±170.05	47.29 ± 22.28	0.002 <sup>#</sup>			
İD (usg)	GS	n	9	9	7	6		0.224	0.000	
			1.007 ±6.14	1.005 ±6.48	1.008 ±3.93	1.016 ±2.58	1.018 ±3.22			0.022*
	SP	n	9	9	9	8	6			
			1.009 ±6.59	1.003 ±2.10	1.002 ±2.02	1.009 ±4.18	1.017 ±2.87			0.004 <sup>β</sup>
	SS	n	9	9	9	7	7			
			1.011 ±5.85	1.004 ±2.89	1.002 ±1.58	1.006 ±4.79	1.014 ±1.81			0.023 <sup>β</sup>

İAM\* = Supsn, 60. dk ve 90. dk'dan farklı (p<0.05),  
<sup>β</sup> = 90. dk, supsn ve 30 dk'dan farklı (p<0.05), 30.dk, 60.dk'dan farklı (p<0.05),  
<sup>#</sup> = 60.dk, supsn ve 30.dk'dan farklı, 90.dk, spsn ve 30 dk'dan farklı (p<0.05).  
İD\* = 90.dk, spön, spsn ve 30.dk'dan farklı; Spsn, 60.dk'dan farklı (p<0.05)  
<sup>β</sup> = 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).

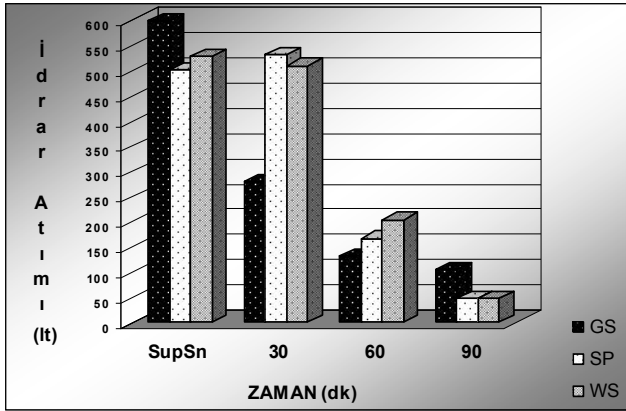


Şekil 5. Suplement öncesi, supplement sonrası, egzersizin 30., 60. ve 90. dakikalarındaki kan-laktat değerlerinde meydana gelen değişimler.

### İdrar Parametreleri

Deneklerin tüm evrelerde belirlenen İAM ve İD değerlerine ilişkin tanımlayıcı veriler ve ANOVA sonuçları tablo 4'de verilmiştir.

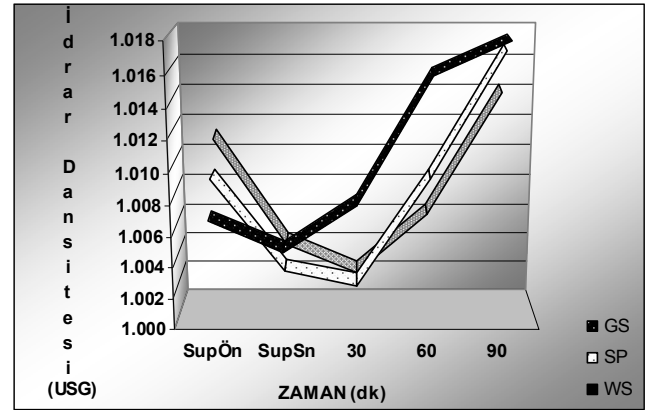
Deneklerin aldıkları toplam sıvı miktarı ( $1176 \pm 98$  ml) ve supplement almı sonrası idrar atım miktarları



Şekil 6. Tüm evreler süresince İAM değerlerinde meydana gelen değişimler

karşılaştırıldığında (GS:  $599.33 \pm 279.52$ , SP:  $502.44 \pm 202.16$ , SS:  $528.75 \pm 177.20$  ml), deneklerin idrar atım miktarlarının egzersiz testlerine başlamadan önce aldıkları toplam sıvı miktarından daha düşük olduğu gözlemlendi. Bu nedenle, her 3 denemede de egzersiz öncesi öhidrate durumun (GS:  $+576.67 \pm 105.54$ , SP:  $+673.56 \pm 112.11$ , SS:  $+647.25 \pm 122.03$  ml), sıvı yüklemesi öncesinde olduğu gibi devam ettiği ve egzersiz sonuna kadar da bu durumun korunduğu gözlemlendi. Her üç denemede İAM'de meydana gelen değişimlerde ise solüsyonlar arasında zamana bağlı olarak ( $P=0,737$ ) anlamlı fark gözlenmedi (Şekil 6).

Egzersiz öncesi öhidrate durumun diğer bir göstergesi de her üç deneme sonrasındaki idrar dansitesi sonuçlarıdır (GS:  $1.005 \pm 6.48$ , SP:  $1.003 \pm 2.10$ , SS:  $1.004 \pm 2.89$  USG). İdrar dansitesi açısından testin hiç bir aşamasında solüsyonlar arasında anlamlı farklılık bulunmadı ( $F_{sup} = 2,229$ ,  $p > .05$ ). Öte yandan, egzersiz süresince her üç denemede de egzersiz süresi arttıkça idrar dansitesinin de arttığı belirlendi ( $p < .05$ ; şekil 7). Fakat egzersiz sonundaki İD değerlerine bakıldığında, bu artışların denekleri hipohidrate duruma getirecek artışlar olmadığı gözlenmiştir (bkz. tablo 4).



Şekil 7. Tüm evreler süresince İD değerlerinde meydana gelen değişimler.

Tablo 5'de belirtilen idrar elektrolitleri incelendiğinde, supplementler arasında değerlendirilen elektrolitlerin hiçbirinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $Na^+$   $F_{sup} = 0.882$ ;  $K^+$   $F_{sup} = 0,353$ ;  $Cl^-$   $F_{sup} = 0.765$ ;  $p > .05$ ). İncelenen idrar elektrolitlerinin üçünde de zaman içindeki değişimleri anlamlı olarak farklı bulundu ( $Na^+$   $F_{zam} = 6.616$ ;  $K^+$   $F_{zam} = 8,146$ ;  $Cl^-$   $F_{zam} = 5.601$ ;  $p < .05$ ). Bu farklılık incelendiğinde; GS grubunda SupÖn'de diğer SP ve SS gruplarına göre yüksek olan

İNa<sup>+</sup> ve İCl<sup>-</sup> değerlerinin, SupSn'da çok sert bir düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Bu düşmeler SP ve SS gruplarında anlamlı düzeyde olsada GS grubundaki kadar sert olmamıştır. Ayrıca İK değerlerine bakıldığında, tüm gruplarda SupÖn ve 90. dakika değerleri arasında çok büyük farklılıklar gözlenmezken, SupSn değerlerinde SP grubunun GS ve SS grubuna göre oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir.

## TARTIŞMA

### Gliserol Desteğinin Kan Parametreleri Üzerindeki Etkileri

Gliserol hiperhidrasyonunun vücut hidrasyon durumuna etkisinin incelendiği çalışmalarda, sıvı yüklemelerinin kan ve plazma hacimlerine ne gibi etkileri olduğunu öncelikle araştırmışlardır. Magal ve diğ. (27) yaptıkları bir çalışma sonucunda, gliserol hiperhidrasyonunun plazma hacmini yaklaşık % 7 oranında genişlettiğini açıklamıştır. Buna sebep olarak da, plazmada gliserol konsantrasyonunun artışına bir tepki olarak vasküler boşluğa suyun geçmesini göstermişlerdir. Fakat egzersiz sırasında oluşan hipohidrasyon sonucu plazma hacminin 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. Latzka ve diğ. (24) ise, her iki hiperhidrasyonun da (su ve gliserol) TVS'yi benzer oranda artırdığından dolayı, gliserol hiperhidrasyonunun plazma hacminin genişlemesinde hiçbir avantajının olmadığını belirtmişlerdir. 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. şekil 1) 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 suplementler arasında değil, periyotlar arasında olduğu belirlenmiştir. Kan hacmi genel sonuçlarına bakıldığında tüm egzersiz süresince kan hacmindeki genel ortalamanın negatif yönde olmadığı görülmüştür (bkz. şekil 2).

**Tablo 5.** Suplement yüklemeleri öncesi, sonrası ve egzersiz testi sonrası idrar sodyum, potasyum ve klor değerlerine ilişkin ANOVA sonuçları.

N= 9		SUPÖN	SUPSN	90. dk	p	P <sub>sup</sub>	P <sub>zaman</sub>
		$\bar{x} \pm Ss$					
İNa <sup>+</sup> (mEq/l)	GS	131.44 ± 62.84	38.33 ± 21.68	69.38 ± 37.68	<b>0.01*</b>	0.444	<b>0.014</b>
	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		
İK <sup>+</sup> (mEq/l)	GS	39.82 ± 22.54	11.33 ± 5.60	73.76 ± 23.17	<b>0.000<sup>β</sup></b>	0.711	<b>0.008</b>
	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	<b>0.040<sup>#</sup></b>		
İCl <sup>-</sup> (mEq/l)	GS	170.44±94.4	36.22±23.11	146.68 ±49.03	<b>0.001</b>	0.491	<b>0.023**</b>
	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		

<sup>β</sup> = Tüm zamanlar birbirinden farklıdır (p<.05), <sup>#</sup> = Zamanlar arasında fark yoktur (p>.05),  
\* = 90.dk, spön ve spsn'dan farklı (p<.05), \*\* = Spsn, supön ve 90.dk'dan farklıdır (p<.05).

Çalışmamızdaki deneklerin serum ozmolalite değerlerinde, supplement alımları öncesi (GS: 289,78 ± 2,99; SP: 291,67 ± 4,21; SS: 288,00 ± 2,18 mosm/kg) yaklaşık aynı düzeyde oldukları gözlenmiştir (p>.05), (bkz

tablo 2). Supplement alımı sonrası ile egzersiz sonrası ozmolalite değerlerinde farklılıklar gözlenirken, supplementler arasında anlamlı farklılıklara rastlanılmamıştır (p>.05). Bunun yanı sıra GS'de



egzersizin başlamasıyla beraber ozmolalite değerlerinde anlamlı düzeyde artışlar meydana gelmiştir ( $p<.05$ ). Fakat SP ve SS'deki artışların anlamlı düzeyde olmadığı ( $p>.05$ ) gözlenmiştir. Marino ve diğ. (28) 7 denek üzerinde plasebo ve gliserollü içecek kullandığı çalışmada, deneklerin başlangıç ozmolalite değerlerini plasebo grubunda:  $281\pm 2$ , gliserol grubunda:  $282\pm 1$  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 ozmolalite sırasıyla 282, 283, 284, 284 ve 284 mOsm/kg olarak başlanan çalışmada (38), 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. Bunların yanında serum sodyum düzeyindeki değişimler de, serum ozmolalitesini etkileyeceğinden, serum ozmolalitesinin birinci derecede belirleyicisini serum  $Na^+$  miktarı olduğu bildirilmiştir (36). Noakes (36) 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 (38), egzersizler sırasında alınan sıvıların serum  $Na^+$ 'unun ve serum ozmolalitesinin yükselmesini önleyeceği ifade edilmiştir. Egzersizler sırasında alınan ilave sıvılar, kan  $Na^+$  konsantrasyonunun ve plazma ozmolalitesinin yükselmesini önlemektedir (36). Latzka ve diğ. (24) hiperhidrasyonun sıcaklık stresindeki termoregülatör etkilerini incelediği çalışmada, 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. (27) plazma elektrolitlerinin farklı sonuçlar vermediğini fakat plazma  $K^+$ 'unun zaman içerisinde değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Goulet (18) 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 erteleyebileceği de ayrıca ifade edilmektedir (21). Hithens ve diğ. (21) gliserol denemesindeki kan  $Na^+$ ,  $K^+$  ve  $Cl^-$  konsantrasyonlarının denemeler arasında benzerlik gösterdiğini (G1 grup Na:

137.5, Pl grup Na: 137.1 ; G1 grup K: 3.9, Pl grup K: 3.9 ; G1 grup Cl: 100.5, Pl 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 supplement öncesi, supplement sonrası ve egzersiz sonrası ölçülen kan  $Na^+$ ,  $K^+$  ve  $Cl^-$  düzeyleri her üç grupta da (GS, SP, SS) birbirine benzer bulunmuştur (bkz. Tablo 3).

Gliserol hiperhidrasyonu ile ilgili çalışmaların tümünde olmasada bazılarında kan-Hb ve kan-Hct parametreleride incelenmiştir. Yaptığımız çalışmada Hb ve Hct değerlerindeki artma ve eksilmeler incelendiğinde verilen her 3 supplement arasında bulunan farklılıkların anlamlı olmadığı ( $p>.05$ ) fakat zaman içerisinde egzersizin etkisi neticesinde oluşan artma ve eksilmelerin anlamlı düzeyde olduğu gözlemlendi ( $p<.05$ ). Bulduğumuz sonuçlar, daha önce farklı metodolojik çalışmalara gerek olduğunu bildiren çalışmalarla (4, 23, 26, 33, 37) 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 etkinin PH'deki genişlemeden dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu etkilerin eski düzeyine gelmesinin de uzun sürmediği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda bu durumu destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir.

Miller (32) eğer Ahlberg'un (1) çalışmasında 90 dk'lık egzersiz süresince gliserollü denemede kan şekeri konsantrasyonunun yüksek kaldığını, bunun da yüksek kan gliserol konsantrasyonunun glukoneogenezi 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 (32). Bu bulguları destekler nitelikte bir çalışmada (17), 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. (4) gliserol hiperhidrasyonu sonrasında kas glikojeninde ve fosfokreatin azalmasında hiçbir değişiklik gözlemlenmişlerdir. Yapılan çalışmalardan bir diğ. (42) ise, glikoz üretiminin, gliseroldeki artışları telafi etmek için belli metabolik yollarla sağlanmış olabileceği vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda da farklı koşullarda glikoz konsantrasyonunun farklılık göstermemesi (bkz.

şekil 3) bunun bir nedeni olarak görülebilir. Gliserolün alım yöntemi ve alım süresi diğer olasılıklar olarak da görülebilmektedir.

Egzersiz sırasında yorgunluğun en önemli belirtisi olan kan laktat konsantrasyonlarına bakıldığında, çalışmamızda supön, supsn ile egzersiz süresince incelenen değerlerdeki yükselmeler ve düşmelerde anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir ( $p>.05$ ). (bkz. şekil 4). 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 ( $p<.05$ ). Bunun yanında SP ve SS denemelerindeki zaman içerisindeki laktat değerlerinde oluşan yükselme ve düşmeler ise anlamlı bulunmamıştır ( $p>.05$ ). Tüm bu bulguların yanında, tüm denemelerde laktat değerleri 2 mmol'ün altında kalmıştır. Anderson ve diğ. (4) yaptıkları çalışmalarında, gliserol hiperhidrasyonu sonrasında laktat birikiminde hiçbir değişiklik gözlememişler ve buna nedenle olarak ta uzun süreli egzersizlerde uygulanan egzersiz şiddetini göstermişlerdir.

### Gliserol Desteğinin İdrar Parametreleri Üzerindeki Etkileri

Gliserol hiperhidrasyonunun idrar atım miktarını su hiperhidrasyonuna nazaran daha yüksek oranda azalttığından, çoğu çalışma gliserol hiperhidrasyonun etkin bir idrar tutma ajanı olduğunu belirtmektedir (4, 12, 16, 19, 21, 23, 26, 27, 29, 30, 33, 34, 37, 40). Gliserolün idrar atım miktarını düşürdüğünü belirten çalışmalara tezat olarak bizim çalışmamızda, GS'nin suplement verilmesi sonrası idrar atım miktarlarında SP ve SS'ye nazaran daha düşük sonuç vermesi beklenirken aksine yüksek sonuçlar vermiştir ( $p>.05$ ), (bkz. şekil 5). Fakat bu sonucun yanında egzersizin 30. dakikasında idrar atım miktarları GS'de, SP ve SS'ye nazaran anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ( $p<.05$ ). Çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte çalışmalar olsa da (22, 25, 35), bunlar azınlıkta kalmaktadır. Latzka ve diğ. (24) 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. (33) 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 (40), 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 (40) tarafından vurgulanmıştır. Goulet (19) 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 sürdürdüğünü savunmuştur.

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), ( $p>.05$ ). 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. şekil 6). Deneklerin her üç suplement yüklemesiyle dehidrate olmadıkları anlaşılrsa da, egzersizin 30, 60 ve 90. dakikalarında GS denemesindeki İD sonuçlarının SP ve SS denemelerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu ( $p<.05$ ) gözlemlenmiştir. Siegler ve diğ. (41) yaptığı bir çalışmada, CHO+gliserollü grubun İD değerlerinin hem egzersiz öncesi hemde egzersiz sonrası CHO lu gruba nazaran yüksek olduğunu belirterek çalışmamıza paralel sonuçlar bulmuşlardır. GS denemesinde, SP ve SS denemelerine göre daha öhidrate durumda egzersizi bitirmesi beklense de, sonuçta üç suplement arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir ( $p>.05$ ).

Çalışmamızda ADH ve Aldesteron gibi hormon değerlerine bakılmamış olsa da, Freund'un (16) çalışmasındaki idrar elektrolitleri sonuçları açısından benzer durumlar ortaya çıkmıştır. GS'de idrar  $Na^+$  değerleri (Supön:  $131.44\pm 2.84$ , Supsn:  $38.33\pm 21.68$ , Egzsn (90.dk):  $69.38\pm 37.68$  mEq/l) 90 dakikalık egzersiz süresinde zamanlar arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<.05$ ), (bkz. tablo 4).

İdrar elektrolitleri incelendiğinde, 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 ( $p>.05$ ). SP ve SS denemelerinde, egzersizle beraber  $Na^+$  değerleri, GS denemesine göre daha hafif bir düşme göstermiştir. Fakat tüm bu düşüşlere rağmen her üç denemede egzersiz süresince belirlenen  $Na^+$  değerlerinde anlamlı farklılıklara rastlanılmamıştır ( $p>.05$ ). Melin ve diğ. (30) 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 konsantrasyonundaki düşüş sonucu gerçekleşen idrar ozmolalitesindeki azalma ile açıklanabileceği ve bunun yanında da idrar akış hızının artmasıyla yeterince düzenlenemediğini rapor etmişlerdir. Gleeson (17) üç farklı gliserol miktarı (0.5, 1.0, 1.5 gr/kg) vererek yaptığı çalışmada, her üç miktarın idrar elektrolitlerinden K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> değerlerinde bir değişikliğe yol açmadığını fakat Na<sup>+</sup> değerlerinde sadece 1.0 ve 1.5 gr/kg'lık gliserol alımından 120 dakika sonra artışlar olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> değerlerinde suplementler arasında egzersiz süresince meydana gelen yükselme ve düşmelerin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir (p>.05), (bkz. tablo 4). Gliserol alımından sonra idrar ozmolalitesindeki ve elektrolitlerindeki değişiklik değerlerinin tüm vücut elektrolit değerleri düşünüldüğünde pek anlamlı olmadığı belirtilmiştir (17).

Bu konuda çalışılan literatürün ortak sonuçları incelendiğinde, gliserol suplementasyonunun vücut sıvı ve elektrolit dengesi üzerine olumlu yönde bir etki göstermediği ve diğer sıvı suplementasyonlarından farklı bir sonuç ortaya koymadığıdır. Bizim çalışmamızın sonucunda da, literatüre paralel sonuçlar bulunmuş ve elit dayanıklılık sporcularında gliserol, spor içeceği ve su solüsyonlarının, vücut sıvı ve elektrolit dengesi üzerinde benzer şekilde etki gösterdiği belirlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- 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.
- Allan, J.R., Wilson, C.G. (1971). Influence of acclimatization on sweat sodium concentration. *J Appl Physiol.* 30: 708-12.
- American College of Sports Medicine. (2007). Position stand: Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37: 377-390.
- 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.
- Boulant, J.A. (1996). Hypothalamic neurons regulating body temperature. In: Fregly MJ, Blatteis CM, editors. *Handbook of physibodyology.* New York: Oxford Press. 105-26.
- 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.
- 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.
- Cheung, S.S, McLellan, T.M., Tenaglia, S. (2000). The thermophysiology of uncompensable heat stress. *Sports Med.* 29: 329-59.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Duvillard, V.D., Braun, W.A., Markofski, M., Beneke, R., Leithauer, R. (2004). Fluids and Hydration in Prolonged Endurance Performance. *Nutrition.* 20: 651-656.
- Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zengeroglu, A.M., Ülkar, B. (2002). Egzersiz Fizyolojisi. Editör: Ergen, E. Ünite 7: Beslenme ve sportif performans. Nobel Yayın. 97-118.
- Fortney, S.M., Nadel, E.R., Wenger, C.B., Bove, J.R. (1981). Effect of blood volume on sweating rate and body fluids in exercising humans. *J. Appl Physiol.* 51: 1594-1600.
- 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.

17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. Hazır, T. (2000). Aerobik dayanıklılığın değerlendirilmesinde mekik koşusunun güvenilirliği ve geçerliliği. Spor Bilimleri programı doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
21. 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.
22. Inder, W.J., Spanney, M.P., Donald, R.A., Prickett, T.C., Hellemans, J. (1998). The effect of glycerol and desmopressin on exercise performance and hydration in triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* Aug. 30(8): 1263-1269.
23. Koenigsberg PS, Martin KK, Hlava HR. (1995). Sustained hyperhydration with glycerol ingestion. *Life Sci.* 5: 645-653.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. Marino FE. (2002). Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *Br J Sports Med.* 36: 89-94.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. Montner, P., Zou, Y., Robergs, R.A., Murata, G., Stark, D., Quinn, C., Wood, S., Liem, D., Grene, E.R. (1998). Glycerol hyperhydration alters cardiovascular and renal function. *J. Exerc. Physiol Online* 2: 1-10.
35. 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.
36. Noakes, T.D. (1993). Fluid replacement during Exercise. *Exerc. Sports Sci. Rev.* 21: 297-330.
37. 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.

38. Riedesel, M.L., Aleen, D.Y., Peake, G.T., Al-Qattan, K. (1987). Hyperhydration with glycerol solutions. *J. Appl. Physiol.* 63: 2262–2268.
39. Sawka, M.N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc.* 24: 657-670.
40. 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.
41. Siegler, JC, Mermier, CM, Amorim, FT, Lovell, RJ, McNaughton, LR, Robergs, RA. Hydration, thermoregulation, and performance effects of two sport drinks during soccer training sessions. *J Strength Cond Res* 22 (5): 1394–1401, 2008.
42. 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.
43. Walsh, RM, Noakes, TD, Hawley, JA, Dennis, SC. Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int. J. Sports Med.* 15: 392-398, 1994.
44. 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