

SPORCULARDA DEHİDRASYONUN PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ VE VÜCUT HİDRASYON DÜZEYİNİN İZLENMESİ

Erkan DEMİRKAN¹ Mitat KOZ¹ Mehmet KUTLU²

Geliş Tarihi: 5.3.2010

Kabul Tarihi: 6.9.2010

ÖZET

Dehidrasyon, sporcularda sadece atletik performansı düşürmekle kalmaz bununla birlikte ciddi derecede sağlık sorunlarına hatta ölümlere bile yol açabilmektedir. Özellikle uzun süreli dayanıklılık gerektiren yarışma ve antrenman ortamlarında sporcuların hidrasyon düzeyinin takip edilmesi ve uygun hidrasyon düzeyinin sağlanması performansın maksimum düzeye çıkarılmasında önem oluşturmaktadır. Bu derleme çalışmasında, yapılan araştırmalar doğrultusunda, sıvı kaybının performans üzerindeki olumsuz etkileri ve hidrasyon düzeyinin tespit edilmesine yönelik olarak kullanımı kolay, pratik ve aynı zamanda güvenilir yöntemler hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Vücut hidrasyon düzeyinin belirlenmesine yönelik çok sayıda yöntem kullanılmaktadır. Hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan mükemmel bir yöntem olmamasına rağmen vücut ağırlık değişimleri, bazı kan değerleri, idrar parametreleri sıklıkla kullanılan yöntemler arasındadır. Vücut ağırlığı değişimi ve idrar testleri, kullanımı kolay ve girişimsel olmayan (noninvasif) yöntemler olması sebebiyle spor ortamlarında akut ve kronik hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde daha yaygın olarak kullanılacak yöntemler olarak önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vücut kompozisyonu, Vücut ağırlığı, Dehidrasyon, İdrar testi, Sportif performans

THE EFFECTS OF DEHYDRATION ON ATHLETIC PERFORMANCE AND MONITORING HYDRATION LEVELS

ABSTRACT

Dehydration not only reduced athletic performance, but also may lead to severe health problems and death. Especially, for athletes, monitoring hydration and ensuring proper hydration levels have significant effect in maximizing performance requiring long term durability training and competition environments. The purpose of this review is to provide information about negative effects of water loss on performance, and to determine the level of hydration with an easy to use, practical and reliable methods also had been known by athletes and coaches by previous studies. A lot of methods are used to determine the level of body hydration. Although there is no gold standard for determining the level of body hydration changes, body weight changes, some blood values and urine parameters are the commonly used methods. Because using body weight change and urine test methods are easy and noninvasive, they are recommended for determining the level of acute and chronic hydration as the more commonly used methods in the sport settings.

Key Words: Body composition, Body weight, Dehydration, Urine test, Athletic performance

1. GİRİŞ

Dehidrasyon spor yarışmalarında ve antrenmanlarda sıklıkla görülen bir durumdur. Bu durum toparlanma periyodu sürecinde besin ve sıvı alımı ile karşılanmaya çalışılır. Vücutta oluşan sıvı kaybının yeterli düzeyde yerine koyulmaması sadece performansı düşürmekle kalmaz bununla birlikte sporcularda ciddi düzeyde sağlık problemlerine ve hatta ölümlere yol açmaktadır (1). Örneğin Amerika da 2001 yılında üst düzey profesyonel bir Amerikan futbolcunun ve bir lise oyuncusunun sıcak çarpmasından dolayı öldüğü bildirilmektedir (2). Amerika'da Ulusal Ölümcül Spor Yaralanmaları Merkezi (NCCSI) 2000 yılında kolej ve üniversite eğitimi alan dört oyuncunun sıcak çarpmasından dolayı öldüğünü ve geçmiş 7 yıl içerisinde bu nedenden dolayı ölenlerin sayısının 20 olduğunu bildirmiştir. NCCSI'ya göre bu ölümlerin başlıca sebebi dehidrasyondur. Bu trajik olaylara benzer ve güreşçiler ile ilgili en çarpıcı vaka 1997 yılında meydana gelen 3 kolejli güreşçinin ölümüdür. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (ABD'de), güreşçilerin ölüm nedeni olarak açlık ve dehidrasyon uygulamaları sonucu % 15'lik vücut ağırlık kaybına uğramaları olduğunu belirtmiştir (2).

¹ Ankara Üniversitesi, Beden Eğitimi Spor Yüksek Okulu, Ankara

² Kırıkkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kırıkkale

Özellikle, sporcularda sıcak ve nemli hava koşullarında egzersiz sonucu meydana gelen dehidrasyon performans kaybına neden olmakla birlikte, sağlık risklerini daha da artırmaktadır (3, 4). Bu nedenle, antrenman öncesinde, esnasında ve sonrasında uygun hidrasyon düzeyinin korunması amacıyla vücut hidrasyon düzeyinin izlenmesine yönelik laboratuvar ve saha çalışmalarında kullanılmak üzere farklı yöntemler geliştirilmiştir.

2. VÜCUT KOMPOZİSYONUNDA SIVI VE ELEKTROLİTİN YERİ VE ÖNEMİ

Su, insan vücudunu meydana getiren en önemli kimyasal bileşimdir (5). Ortalama yetişkin bir insanın vücut ağırlığının yaklaşık %60'lık kısmını su oluşturmaktadır (5, 6, 7). Bu oran bireyin cinsiyeti, yaşı, fiziksel uygunluk düzeyi ve vücut yağ yüzdesine bağlı olarak farklılık gösterir (5,7). Örneğin vücut yağ yüzdesi yükseldikçe, toplam vücut sıvı miktarı düşmektedir (6). Yağsız kas kitlesinin yaklaşık %73'ünü su oluştururken, yağ dokusunda bu oran %10'dur (5).

Vücuttaki toplam sıvı hücre içi (İntraselüler) ve hücre dışı (Ekstraselüler) olmak üzere 2 kısımdan oluşur (5,6,7). Hücre dışı sıvı'da kendi içinde dokular arası (interstitial) ve plazma olarak ikiye ayrılır (7).

Yaklaşık bir kilogram vücut kütledeki oranı 600 ml olan toplam vücut suyunun, 2/3'lük kısmı hücre içi bölümde (400 ml/kg), 1/3'lük kısmı ise hücre dışı bölümde yer alır (200 ml/kg). Ayrıca hücre dışı sıvının % 75'lik kısmı (150 ml/kg) dokular arasında, %25'lik kısmı ise plazma bulunur (50 ml/kg) (6). Bununla birlikte, yaşamsal fonksiyonların yerine getirilebilmesi için vücutta, hücre içi ve hücre dışı sıvının dengede olması önemlidir. Bu dengeyi elektrolit adı verilen hücre içindeki potasyum ve hücre dışındaki sodyum ile diğer bazı mineral ve proteinler sağlar (8). Elektrolitler vücut sıvılarında bulunan elektrik yüklü iyonlardır. İyonlar sinir iletilerinin taşınması, kas kasılması, suyun ve diğer maddelerin hücre içi ve dışına akışı için gerekli olan uyarıların (aksiyon potansiyelleri) oluşmasında rol alırlar. Normal vücut işlevinin birçoğu bu maddelere bağlıdır (9,10). İnsan vücudunda kusma, anlamlı derecede elektrolit kaybına neden olsa da, esas elektrolit kaybının meydana geldiği yollar idrar, dışkı ve ter'dir (11).

İnsan, besin almadan haftalarca canlılığını sürdürmesine karşın, susuz ancak birkaç gün yaşayabilir (6, 9). Su, birçok organik ve inorganik maddeler için eritken (solvent) durumundadır (6). Su, besinlerin sindirimi, emilimi ve hücrelere taşınması; besin öğelerinin hücrelerde metabolizmaları sonucu oluşan atıkların akciğer ve böbreklere taşınıp dışarı atılmaları, vücut ısısının denetimi, eklemlerin kayganlığının sağlanması ve elektrolitlerin taşınmasında görev yapar (9). Su, hücresel biyokimyasal tepkimelerin sürekliliğini sağlama yanında sıcaklık dengesinin korunmasında hayati öneme sahiptir (12).

Vücuttaki su oranının yeterli düzeyde tutulması yaşamsal önem taşıdığından, vücuttan kaybolan sıvıya eşit miktarda sıvının alınması vücut su dengesinin sağlanması açısından zorunludur. Normal koşullarda vücuttan değişik yollarla atılan sıvı miktarı günlük ortalama 2.5 litredir. Bu miktar dışarıdan alınan besinler, içecekler ve vücutta meydana gelen metabolik tepkimelerle karşılanır (9).

İnsan vücudundaki normal koşullarda ortalama günlük deri yoluyla 500 ml, akciğerlerle 400 ml, idrarla 1500 ml ve bağırsaklar yoluyla da 200 ml sıvı kaybedilir (13, 14). Vücuda alınan suyun yaklaşık 1300 ml'si sıvı, 1000 ml'si besin ve 300 ml'si metabolik tepkimeler sonucu karşılanır (13). Günlük sıvı gereksinimi ılıman iklim de yaşayan sedanter ve aktif bir yaşam süren kişilerde 2-4 litre arasındadır, sıcak iklimlerde yaşayan kişilerde bu rakam 8-16 litreye kadar çıkmaktadır (3,15). Bu miktarlar iklim ve çalışma koşulları, hastalıklar, diyetin bileşimi ve vücudun hormon dengesine göre değişme gösterir (9). Sıcak çevre koşullarında yapılan yoğun egzersiz süresince ısı kaybının birincil yolunu cilt üstünde biriken ter tabakasının buharlaşması oluşturur (16). Ter suyun yanında elektrolitte içerdiğinden, ter kaybına bağlı olarak hem sıvı hem de elektrolit kaybı meydana gelmektedir (17, 18, 19). Terleme sonrası vücutta kaybedilen bu iki bileşenin uygun şekilde yerine konulmaması, su ve elektrolit dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Vücutta elektrolit dengesinin bozulması hipernatremi veya hiponatremi'ye yol açmaktadır. Bu durum, bireylerin egzersiz performansı ve sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (17). Terle kaybedilen temel elektrolitler sodyum, klor ve daha az miktarda potasyumdur. Zamanla antrene olan ve sıcak çevre koşullarına uyum sağlayan bir sporcuda, fizyolojik uyum mekanizmaları ağır egzersiz periyotları süresince idrar ve terdeki elektrolit kayıplarını düşürür. Böylece antrene olmuş bir sporcunun teri, antrene olmamış bir sporcunun terine oranla daha az elektrolit içermektedir. Ortalama 1 litre terdeki sodyum konsantrasyonu 1.15 g civarındadır (20). Diğer bir ifadeyle, 1 litre terdeki sodyum düzeyi 20-80 mmol arasında ve potasyum düzeyi 4-8 mmol düzeyi arasında değişmektedir (18). Sodyum hücre dışı alanda hücre dışı katyonu olarak büyük miktarda kaybolur. Plazma sodyum düzeyleri 130-155 mmol/l arasındadır, klinik düzeyde normali 136-145 mmol/l arasındadır. Potasyum esasında hücre içi katyonudur. Hücre dışı sıvıda potasyum düzeyi 10 mmol/l ve hücre içi sıvıdaki düzeyi 150 mmol/l'dir. Plazma sodyum düzeyinin 130 mmol/l veya azı ciddi sağlık riski oluşturur (18).

Sıcak ve yüksek nemli koşullarda yapılan şiddetli egzersizler sırasında terleme hızı saatte 3 litreye kadar ulaşabilmektedir. Bu durum vücutta %1-8 arası eşdeğerde sıvı kaybına yol açmaktadır. Ter kaybı ile birlikte ortalama 40-60 mEq/L yoğunluğunda sodyum kaybı da meydana gelmektedir. İdrar üretiminde kaybedilen ilave sodyum ile birlikte yaklaşık 150 mmol/saat sodyum kaybı oluşmaktadır (16). Günlük sodyum gereksinimi sedanter ve çok aktif bireyler için ılıman iklimlerde yaşayanlarda 2-4 g arasındadır, sıcak iklimlerde yaşayanlar için 6-12 g arasındadır (3, 8). Günlük diyetle alım terde ve idrardaki elektrolit kaybını yeterince karşıladığı için ilave elektrolit alımı genellikle gereksizdir (15). Bununla birlikte sıcak havalarda yapılan antrenmanın ilk günlerinde veya yemeklerin kalorisiz olduğu durumlarda ilave tuz alımı sodyum dengesinin sürdürülmesi açısından gerekebilir (3,15).

3. EGZERSİZDE VÜCUT SIVI - ELEKTROLİT DENGESİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Ter kaybı ile meydana gelen elektrolit kaybı, terin elektrolit yoğunluğu ve kaybedilen toplam ter miktarına bağlı olarak değişir. Ter sodyum konsantrasyonu 10 – 70 mEq./L değerleri arasında yer almaktadır ve bu oran genetik eğilim, diyet, ter miktarı ve sığağa uyum durumuna dayalı olarak değişmektedir (17).

Vücut ağırlığı, genetik eğilim, sıcaklığa uyum durumu ve metabolik yeterlilik gibi bireysel karakteristikler yapılan bir aktivitedeki ter kaybını etkilemektedir. Örneğin futbol oyununda meydana gelen ter kayıpları sahada geçirilen zamanın yanında oyun tarzları ve oyundaki pozisyonlarına göre oyuncular arasında değişebilmektedir. Aynı şekilde Amerikan futbol oyuncularını (8.8 litre/gün) (büyük ve koruyucu elbise giymektedirler) kros koşucularından (3.5 litre/gün) belirgin bir şekilde daha fazla miktarda ter kaybetmektedirler (17). Sıcak çevre şartların antrenman yapan bir sporcu veya aynı çevre şartlarında çalışan bir kişide günde birkaç litre ter kaybı yaşanırken, aynı çevre şartlarında çalışma şiddeti arttıkça 10- 12 L'ye varacak düzeyde ter kaybı oluşabilmektedir (14). Sıcak çevre şartlarında yapılan submaksimal egzersizde saatteki ter kaybı 2–3 L ve üstüne ulaşabilir. Nitekim sıcak hava ve nem oranının yüksek olduğu bir dönemde gerçekleştirilen 1984 Los Angeles Olimpiyat Oyunlarında maraton koşan Alberto Salazar'ın saatteki ter kaybı 3.7 L olarak bildirilmiştir (21). Yapılan bir araştırmada, sıcak çevre ortamında yapılan şiddetli bir egzersiz süresince saatteki ter kaybı 2–3 L'yi bulurken, 10°C çevre sıcaklığı altında 90 dk süren bir oyundaki ter kaybının 2 L kadar yüksek olduğu belirtilmiştir (22). Bir diğer araştırmada, 40°C çevre sıcaklığında uzun süreli orta şiddette yapılan egzersiz ile 20°C çevre sıcaklığında yapılan bir egzersiz çalışması karşılaştırıldığında daha sıcak ortamda yapılan egzersizde karbonhidrat oksidasyonunun arttığı ve kas glikojenindeki düşüşün daha belirgin olduğu kanıtlanmıştır (23). Sporcular, sıcak havada egzersiz esnasında sıvı alımlarını yükseltebilmelerine rağmen, daha serin çevredeki egzersizle karşılaştırıldığında net sıvı açığının yükselmesi muhtemeldir. Özgünen ve ark., (24), 36 °C %61 nemli havada yapılan futbol maçında, elit futbolcuların sıcaklığının ortalama 39,5°C'ye yükseldiğini, kalp atım hızının dakikada 180 atıma ulaştığını ve ortalama oyun süresince saatte 2 L'ye yakın ter kaybının oluştuğunu ortaya koymuştur. Başka bir çalışmada, 10°C'de saatte 580 ml oranında sıvı tüketen erkek kürekçilerin ortalama ter kayıpları 1165 ml iken, 32°C çevre sıcaklığında aynı antrenman yüküne maruz kalan gruptaki saatteki ter miktarlarının ortalama 1980 ml ve sıvı alımı da 980 ml'ye yükseldiği gözlemlenmiştir. Genel olarak sıcak havadaki antrenman evresi esnasında oluşan sıvı kaybı vücut kütlesinin %1.7'si iken, daha serin havada bu oranın %0.6 olduğu tespit edilmiştir (21).

Bireyler arasındaki ter oranlarındaki farklılıklar, spora özgü farklılıklar ve sezonun iklimsel farklılıkları herkese uygun tek sıvı alma önerisini sağlamanın zor olduğunu göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Farklı Sportlarda Meydana Gelen Ter Kayıpları, İstemli Sıvı Alımı ve Dehidrasyon Düzeyleri (17)

Spor	Durum	Ter kaybı (l/saat)		İstemli sıvı alımı (l/ Saat)		Dehidrasyon (% vücut ağırlığı)	
		Ortalama	Min-mak	Ortalama	Min-mak	Ortalama	Min-mak
Su topu	Ant. (E)	0,29	0,23-0,35	0,14	0,09-0,20	0,26	0,19-0,34
	Yrş. (E)	0,79	0,69-0,88	0,38	0,30-0,47	0,35	0,23-0,46
Netball	Yaz ant.(K)	0,72	0,45-0,99	0,44	0,25-0,63	0,7	+0,3-1,7
	Yaz yrş. (K)	0,98	0,45-1,49	0,52	0,33-0,71	0,9	0,1-1,9
Yüzme	Ant (E-K)	0,37		0,38		0	+1,0-1,4 kg
Kürek	Yaz ant. (E)	1,98	0,99-2,92	0,96	0,41-1,49	1,7	0,5-3,2
	Yaz ant. (K)	1,39	0,74-2,34	0,78	0,29-1,39	1,2	0-1,8
Basketbol	Yaz ant. (E)	1,37	0,9-1,84	0,80	0,35-1,25	1,0	0-2,0
	Yaz yrş. (E)	1,6	1,23-1,97	1,08	0,46-1,70	0,9	0,2-1,6
Futbol	Yaz ant. (E)	1,46	0,99-1,93	0,65	0,16-1,15	1,59	0,4-2,8
Futbol	Kış ant. (E)	1,13	0,71-1,77	0,28	0,03-0,63	1,62	0,87-2,55
Amerikan futbolu	Yaz ant. (E)	2,14	1,1-3,18	1,42	0,57-2,54	1,7 kg (1,5 %)	0,1-3,5 kg
Tenis	Yaz yrş. (E)	1,6	0,62-2,58	1,1		1,3	+0,3-2,9
	Yaz yrş. (K)		0,56-1,34	0,9		0,7	+0,9-2,3
Squash	Yrş. (E)	2,37	1,49-3,25	0,98		1,28 kg	0,1-2,4 kg
Yarı maraton koşu	Kış Yrş. (E)	1,49	0,75-2,23	0,15	0,03-0,27	2,42	1,30-3,6
Kır koşusu	Yaz ant. (E)	1,77	0,99-2,55	0,57	0-1,3	1,8	

*Min: Minimum, Mak: Maksimum, Ant: Antrenman, Yrş: Yarışma, E: erkek, K: kadın

Maughan ve ark., (25) tarafından, 2003- 2004 yarışma sezonunda hazırlıklar sırasında İngiliz premier liginde oynayan 24 futbolcu üzerinde yapılan çalışmada 24-29 °C çevre sıcaklığı ve %64 nem oranında yaklaşık 90 dk süren antrenman süresince meydana gelen vücut kütle kaybı (kg), % değişimin oranı, alınan sıvı miktarı ve kaybedilen sıvı miktarı değişimleri araştırılmış ve Tablo 2'de ki değerler elde edilmiştir.

Tablo 2. Çalışmaya Katılan 24 Sporcudaki Vücut Kütle Kaybı (Kg), % Değer, Sıvı Alımı ve Ter Kaybı

Değişken	Kütle kaybı (kg)	Kütle kaybı (%)	Sıvı alımı (ml)	Ter kaybı (ml)
Denekler	1,10 ±0,43	1,37 ±0,54	971 ±303	2033 ±413
Dağılımı	0,38-1,98	0,45-2,58	265-1661	1345-2832

90 dk'lık antrenman süresince kaybedilen vücut kütle miktarı 1.10 ±0,43 kg'dır ve bu %1.37 ±0.54 lik dehidrasyon statüsünde eşdeğerdir. Çalışma süresince alınan ortalama sıvı miktarı 971 ±303, kaybedilen ortalama ter kaybı 2033 ±413 ml, kaybedilen ortalama elektrolit kaybı; sodyum 49±12 mmol/L, klor 43±10 mmol/L, potasyum 6.0 ±1.3 mmol/L (Tablo 3).

Tablo 3. Her Bir Dört Bölgeden Elde Edilen Ter Elektrolit İçeriği ve Ortalama Konsantrasyonları

Vücut Bölgesi	Sodyum	Potasyum	Klor
Ön kol	43±13	6,7±2,0	38±11
Göğüs	59±17	5,9±1,4	52±15
Sırt	52±16	4,7±1,4	48±15
Uyluk	37±11	6,5±1,7	32±9
Ortalama	49±12	6,0±1,3	43±10

Maughan ve ark, (26), 17 elit futbolcunun katıldığı 5°C, % 81 nem oranında 90 dk süren antrenman sırasında kaybedilen vücut kütle, ter ve elektrolit değişimlerini araştırdıkları bir diğer çalışmada, antrenman öncesi (78,06±6,79 kg) ve antrenman sonrası (76,68±6,60 kg) ağırlık değişimlerinde anlamlı fark gözlemiştir. Antrenman süresince kaybedilen vücut kütlesi 1.27 ±0.47 kg (0.62- 2.26) ve bununda %1.6 ±0.55 (0.87- 2.55) düzeyinde dehidrasyona eşdeğer olduğu ortaya konmuştur. Antrenman süresince alınan ortalama sıvı düzeyi 423 ±215 ml (44-951 ml), ter yoluyla kaybedilen ortalama sıvı miktarı 1.69± 0.45 L (1.06- 2.65 L) tespit edilmiştir. Ter elektrolit yoğunlukları önceki çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu kayıpların toparlanma periyodu sırasında yerine konması önem oluşturmaktadır. Özellikle vücut sıvı dengesinin yenilenmesinde sodyum kayıplarının yerine konması öncelikli gereksinimdir (26, 27).

Ter yoluyla kaybedilen elektrolit yoğunluğu ve toplam ter elektrolit konsantrasyonları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Ter Elektrolit Yoğunluğu ve Toplam Ter Elektrolit Kaybı (n=17)

	Ortalama ± standart sapma	Dağılım
Ter [sodyum] (mmol/l)	42±13	16-66
Ter [potasyum] (mmol/l)	4,2±1,0	2,7-6,3
Toplam sodyum kaybı (mmol/l)	73±31	29-121
Toplam potasyum kaybı (mmol/l)	7,1±2,8	3,4-14,3
Toplam sodyum klorür kaybı (g)	4,3±1,8	1,7-7,0

Yapılan bu çalışmada 4 farklı vücut bölgesinden alınan ter elektrolit konsantrasyonu Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Her Bir Dört Bölgeden Toplanan Ter Katyon Yoğunluğu (mmol/L)

	Sodyum		Potasyum	
	Ort. ± standart sapma	Dağılım	Ort. ± standart sapma	Dağılım
Ön kol	36±10	18-59	5,4±1,5	2,4-7,5
Göğüs	45±16	11-73	3,4±0,9	1,9-5,1
Sırt	53±18	19-78	2,9±0,8	1,4-5,1
Uyluk	34±18	12-74	4,7±1,9	1,9-8,6

Daha önce yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında, serin çevre koşullarında (5 °C) yapılan antrenmanlarda kaybedilen ter kayıplarının daha sıcak ortamlarda yapılan antrenman sırasında kaybedilen miktarlar ile arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 6) (26).

Tablo 6. Sıcaklık Ortamlarına göre Elit Futbolcularda Meydana Gelen Hidrasyon ve Elektrolit Değişimler (26)

Sıcaklık (°C)	Nisbi Nem (%)	N	Ter kaybı (ml)	Sıvı alımı (ml)	Dehidrasyon (%)	Ter sodyum (mmol/l)	Tuz kaybı (g)
32	20	26	2193	972	1,59	30*	3,8*
27	55	24	2033	971	1,37	49	5,7
28	56	20	2221	1401	1,15	44	5,7
25	60	24	1827	834	1,22	44	4,7
5	81	17	1690	423	1,62	43	4,3

Egzersiz süresince kaybedilen ter miktarı egzersizin şiddeti, bireyin fiziksel uygunluk düzeyi, sıcağa uyum ve giyilen kıyafeti içine alan birçok faktör tarafından etkilenmektedir (26). Maughan ve ark. (28), futbol maçı süresince sporcularda sıvı dengesi ve elektrolit kaybını araştırmışlardır. Maç boyunca her iki takımda görülen sıvı dengesinin birbirine benzer şekilde değişim gösterdiği ortaya konulmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. Oyunda Yer Alan Oyunculara Meydana Gelen Vücut Kütle Değişimi, Sıvı Alımı ve Hesaplanan Ter Kaybı

	1. Takım (n=9)				2. Takım (n=11)			
	Ortalama	Standart sapma	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma	Min.	Maks.
Maç öncesi (kg)	79,51	7,51	69,01	91,92	76,83	6,72	66,56	85,57
Maç sonrası (kg)	78,84	7,34	68,78	90,58	75,85	6,50	65,66	84,12
Vücut kütle değişimi (kg)	-0,69	0,58	0,04	-1,47	-0,97	0,45	0,24	-1,70
Vücut kütle değişimi (%)	0,85	0,70	-0,05	1,78	1,25	0,54	0,35	2,07
Sıvı alımı (ml)	1082	599	78	2194	686	232	244	999
Ter kaybı (ml)	1750	390	1270	2270	1620	420	820	2240

Daha önce yapılan benzer çalışmalarda da, antrenman sırasında elit futbolcularda kaybedilen ortalama elektrolit kaybına benzer kayıplar gözlenmiştir (25, 26, 29). Elektrolit kaybında bireysel farklılıklar dikkat çekmektedir. Toplam ter oranı ve kaybedilen elektrolit arasında açık bir ilişki gözlenmemiştir. Tüm sporcular çalışma öncesi haftalarda benzer aktivitelere, diyet uygulamalarına sahip olup, benzer fiziksel uygunluk düzeylerinde homojen bir gruptur. Ayrıca çalışma öncesi haftalarda benzer çevresel koşullar altında çalışmalara katılmış olup aynı bölgede yaşamaktadırlar. Ter oranlarındaki farklılıkların analizinde antrenman durumu, iklimsel uyum, diyet alımı gibi unsurlar dikkate alınırken, ter sodyum konsantrasyonlarında dikkate değer bir şekilde bireysel farklılıklar gözlenmektedir. Bu durumun genetik unsurdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 8. Oyunculara Alınan Örneklerden Elde Edilen Ter Sodyum ve Potasyum Konsantrasyonları (mmol/L) (26)

	Takım A				Takım B			
	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
Sodyum								
Kol	56	15	31	74	54	17	38	85
Göğüs	72	18	40	90	69	15	52	87
Sırt	69	16	37	90	70	10	58	82
Uyluk	46	16	25	70	53	15	35	83
Ortalama	61	14	33	79	63	13	48	84
Potasyum								
Kol	6,9	2,2	3,8	10,6	6,4	1,6	3,9	9,8
Göğüs	4,6	0,9	3,3	5,7	5,8	1,6	4,0	9,2
Sırt	4,4	1,1	3,0	6,4	4,8	0,8	3,9	6,5
Uyluk	6,7	1,9	4,4	9,9	6,7	1,6	4,7	9,8
Ortalama	5,7	1,5	3,7	8,5	5,8	1,0	4,0	7,5

Bu çalışmada, maç günün geç saatlerinde akşam (19.00) oynanmasına, sporcuların yeterli sıvı alımlarına fırsat olmasına ve serin hava (6-8 °C) şartlarında yapılmasına rağmen bazı sporcularda %1.5 üzeri sıvı kaybının olduğu ortaya konmuştur. Sporcular arasında ter oranı, terin kompozisyonu ve sıvı içme davranışlarında büyük farklılıklar gözlenmiştir. Zetou ve ark., (30), plaj voleybolcularında (N=47)maç süresince meydana gelen kilo değişimleri ve istemli sıvı alımlarını değerlendirmişlerdir. Turnuva süresince istemli olarak sıvı alımı ortalama 1039 ml/saat iken kaybedilen ter miktarı 1996 ml/saat olduğunu, oyunculara sıvı dengesindeki ortalama değişimin %-0.8 ile %-1.14 arasında olduğunu ortaya koymuşlardır (Tablo 9).

Tablo 9. Turnuva Süresince Plaj Voleybolcularında Sıvı Dengesinde, Sıvı, Ter Kaybı ve Yüzde Değişim Ortalamaları

	N	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
Öncesi ve sonrası ağırlık farklılıkları (g)	47	673	2000	1800	593
Sıvı tüketimi (ml)(42,2 dakikalık maç süresi	47	731	0	1500	393
Ter kaybı (ml)(42,2 dakikalık maç süresi	47	1039	0	2616	686
Ter kaybı (ml/ saat)	47	1404	1200	2700	642
Sıvı dengesindeki değişim (%) (42,2 dakika)	47	1996	872	4709	1120
Saatlik sıvı dengesindeki değişim (%)	47	-,8	-2,21	1,98	,68

Demirkan ve ark. (31), güreşçilerde kilo dalgalanması ve performansa etkisini araştırdıkları çalışmasında, güreşçilerin yarışma tartısı üç gün öncesi ve yarışma tartısı arasında yaklaşık % 3.9 oranında hızlı bir şekilde kilo kaybettiklerini, yarışma tartısı ve müsabaka arasında yaklaşık % 2.6 oranında hızlı kilo aldıklarını ortaya koymuşlardır. Hızlı kilo alımının dehidrasyon düzeylerinde olumlu bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

4. KAYBEDİLEN SIVININ PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ VE YERİNE KONMASI

Vücutta oluşan sıvı kaybı beraberinde organizmada şu değişimleri meydana getirmektedir.

- ✓ Toplam plazma hacminde düşme
- ✓ Vücut iç ısısında artış (rektal ısı)
- ✓ Kalp atım hızında artış
- ✓ Kalp dakika volumünde azalma

Sıvı kaybı dolayısıyla kas dokuya giden kan akımındaki değişimler besin dağılımını düşürebilmekte, metabolik atıkların uzaklaştırılmasını yavaşlatmakta ve hücrel metabolizmayı değiştirmektedir (32). Vücut ağırlığındaki %2'lik dehidrasyonun, 1.500 m, 5.000 m ve 10.000 m mesafelerdeki koşu hızına etkisinin incelendiği çalışmada, 1.500 m'de ortalama koşu hızının % 3 oranında azaldığı, 5.000 m ve 10.000 m'de bu oranın % 6'nın üzerine çıktığı tespit edilmiştir (33). Vücut sıvı miktarındaki minimal değişimler bile (% 1-2) dayanıklılık performansına zarar verebilmektedir. Uzun süreli egzersiz sonucu oluşan sıvı kaybı ile birlikte plazma da kaybedilmekte, dolayısıyla kan basıncı düşmekte, kas ve deriye kan akışı azalmaktadır. Deri kan akımındaki azalma, egzersizle birlikte artan iç sıcaklığın dış ortama iletilmesini engellemektedir. Oluşan bu fizyolojik döngü beraberinde egzersiz performansının azalmasına yol açabilmektedir (33). Performansa dehidrasyon'un etkileri konulu yapılan laboratuvar çalışmalarında, vücut sıvı kaybının kas kuvveti ve balistik güç üzerine yok denecek kadar az bir etkisi olduğu, ancak aerobik egzersiz sırasında performansı olumsuz etkilediği gösterilmiştir (34). Kısa süreli kuvvet ve güç üretimi kardiyovasküler sistemden bağımsız oluşmaktadır. Bu tür egzersizlerde doruk kardiyak output'a (kalp dakika hacmi) gereksinim duyulmaz, enerji daha çok kas içi ATP ve PC depolarından sağlanır. Kardiyovasküler sistemin önemi daha çok yüksek düzeyde dayanıklılık gerektiren aktivitelerde artmaktadır. Tekrarlayan egzersizlerde de, süre ne kadar kısa olursa olsun denge koşullarının korunabilmesi için O₂'nin vücutta dağılımına ve aktif kaslar tarafından üretilen metabolik atıkların uzaklaştırılmasına gereksinim duyulur. Kas kan akımındaki azalmanın performans kaybına yol açtığı düşünülmektedir (32). Yapılan bir çalışmada, % 2-7 arası vücut kütle kaybının performans üzerinde % 7-60 arasında değişen düzeylerde düşmesine neden olduğu bildirilmektedir. Buna rağmen % 1- 2'lik vücut sıvı kaynının 90 dakikadan daha kısa süreli bir dayanıklılık çalışmasında performans üzerinde anlamlı derecede bir etki oluşturmadığı ama sıvı kaybının % 2 ve üzeri olduğu durumlarda ve süre olarak 90 dakikanın üzerinde yapılan dayanıklılık egzersiz çalışmasında performansı olumsuz etkilediği ortaya konmuştur (35).

Çevre ısısının artmasıyla beraber, vücuttan sıvı kaybının artması performansı olumsuz etkiler (3, 36). Laboratuvar koşulları altında bisiklet ergometresi üzerinde dayanıklılık süresini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada 11°C'lik ortam sıcaklığında 92 dk süren bir aktivitenin, ortam sıcaklığının 21°C'ye çıkarılmasıyla bu sürenin 83 dk'ya düştüğü ve sıcaklığın 30°C'ya ulaşmasıyla birlikte 52 dk'ya indiği gözlemlenmiştir (22). 31-32 °C çevre sıcaklığında yapılan bir diğer çalışmada egzersiz süresince %2'lik vücut kütle kaybı ile oluşan dehidrasyon performansı açıkça olumsuz etkilerken, 20-21 °C çevre sıcaklığında yapılan ve %2'lik vücut kütle kaybı ile oluşan dehidrasyonun performans üzerinde daha az etkisinin olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar daha serin çevre şartlarında oluşan dehidrasyonun daha sıcak çevre şartlarında oluşan dehidrasyona göre daha kolay tolere edilebildiği ve performans üzerine daha az olumsuz etkiye neden olduğunu göstermektedir (29). Örneğin 20 °C'lik iklim sıcaklığındaki enerji harcaması için gereken sıvı miktarı, 40 °C'lik çok sıcak bir havada 3 misline çıkabilir. Hava sıcaklığının yanında; nem oranı, rüzgâr hızı, güneş ışınları gibi çevresel faktörlerde vücut ter kaybı miktarını değiştirebilir (5).

4.1. Kaybedilen Sıvının Yerine Konması

Egzersiz sırasında sıvı kaybının oluşturacağı etkinin en aza indirilebilmesi için egzersiz öncesinde, sonrasında sıvı alımını iyi programlamak gerekir. Öncelikli amaç bireyi, egzersize euhidrate başlatmak, egzersiz esnasında oluşabilecek dehidrasyonu engellemek ve bir sonraki antrenman öncesinde rehidrasyonu sağlamaktır (20). Düzenli

olarak egzersiz yapan bir sporcuda aktivite sürecinde oluşan sıvı kaybı uygun bir şekilde kapatılmaz ise, bu durum bir sonraki antrenmanda zorlamaya neden olur (4). Birçok sporcunun aynı yada izleyen günlerde tekrar tekrar antrenman yaptığı düşünüldüğünde, gereken önlemlerin alınmaması dehidrasyona yol açabilir.

Egzersiz öncesi saatlerde sıvı alımı uygulaması, hafif dehidrasyon olasılığının olduğu durumlarda vücutta sıvı dengesinin sağlanmasında etkili olabilir (4). Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), egzersizden önceki 2 saatte en az 500 ml sıvı tüketiminin optimal hidrasyonun sağlanması için gereken sıvıyı sağladığını ve idrar yoluyla fazla sıvının dışarı atılmasına fırsat verdiğini ortaya koymaktadır (4,15,20,37).

Egzersiz esnasında sıvının yerine konmasındaki amaç, ağızdan sıvının hareketiyle hızlıca dolaşıma katılmasını sağlayarak ter kayıplarını karşılamaktır (20). İsteğe bağlı sıvı alımı örneklerine ait araştırmalar bazı sporlarda, sporcuların tipik bir şekilde egzersiz esnasında oluşan ter kayıplarının sadece % 30-70'ini yerine koyduklarını göstermektedir (21, 38, 39). Avusturya Spor Enstitüsü'nde yapılan çalışmalarda, sporcuların ortalama 500-700 ml sıvı alımıyla ter kayıplarının % 70-75'ini yerine koyduklarını ortaya koymuşlardır. Dayanıklılık sporcuları üzerinde yapılan sıvı dengesi çalışmalarında, sporcuların belirgin bir şekilde saatte sadece 300- 600 ml sıvı tüketerek ter kayıplarının ancak % 50'sine yakın bir kısmını kapatabildiklerini göstermiştir (1). Sporcular susama hissi ortaya çıkmadan önce sıvı almaya başlamalı ve düzenli aralıklarla sıvı almaya devam etmelidirler (20). Sıvı alımında tüketilen sıvının mideden boşalması yanında bağırsak emilim hızı da dikkate alınmalıdır. Alınan sıvının miktarı, sıcaklığı, çevresel stres, sıvının niteliği (osmolalitesi ve kalori içeriği) ve egzersizin şiddeti sıvının mideden boşalması yanında ince bağırsak emilim hızını da belirleyen en önemli faktörlerdir (37,40). Mide boşalma hızını etkileyen en önemli unsurlardan birisi de mide'deki sıvı miktarıdır (40). ACSM mide boşalmasını etkin kılabilmek için midedeki sıvı hacminin 400- 600 ml aralığında sabit tutulmasını önermektedir (37). Bununla birlikte, vücuda alınan sıvıdaki glikoz konsantrasyonunun (yoğunluğu) % 8'den daha fazla olması durumunda mideden sıvının boşalma hızı göreceli olarak yavaşlamaktadır (37, 40). Bundan dolayı mide boşalmasını hızlandırabilmek için alınan sıvıda özellikle % 4-8 oranında karbonhidrat bulunması midede daha fazla miktarda sıvının tolere edilebilmesini sağlar (37, 40). Laboratuvar ve alan araştırmalarında, uzun egzersizler süresince 15-20 dk aralarla istenen düzeyden (150 ml), daha büyük miktarda (350 ml) sıvı tüketilmesinin mümkün olduğu gösterilmiştir (40).

Egzersiz sonrası rehidrasyon (sıvı alımı) sürecini etkileyen başlıca faktörler tüketilen sıvının bileşimi ve miktarıdır. Tüketilen sıvı, içeceğin lezzeti ve onun susama mekanizması üzerindeki etkilerini etkileyen çok sayıda değişken vardır (4). Sıvı kaybının en aza indirilmesi ve eksilen glikojen depolarının yenilenmesi birçok vücut işlevinin yerine getirilmesi açısından önemlidir. Sadece saf su tüketimi osmolalitesi düşürür; bu durum sıvı alımının sürdürülmesini sınırlandırır ve idrar çıkışını hafifçe yükseltir (37). Sıvı alımı ile ilgili yapılan birkaç araştırma, vücutta elektrolitlerin yerine konmasının, özellikle sodyumun, sıvının vücutta tutulması ve bunun sonucunda da sıvı dengesinin sağlanmasında en etkin yol olduğunu ortaya koymuştur (21, 22, 41). Bu nedenle, antrenman sonrası, toparlanma içeceğinin sodyum ilavesiyle yaklaşık 50 mmol/L düzeyinde olmasının vücutta sıvının maksimum düzeyde tutulmasında etkili olduğu belirtilmiştir (37, 41). Egzersiz sonrası vücutta sıvının yerine konmasının ayarlanmasında, toparlanma periyodu süresince özellikle idrar kayıplarından dolayı sıvı kaybının devam etmesi dikkate alınmalıdır. Sonuç da egzersiz sonrası sıvının yerine konulmasındaki başarı sıvı alımı ve idrar kayıpları arasındaki denge üzerine kurulur (21).

5. HİDRASYON DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Geçen 20 yıllık süre içerisinde vücudun hidrasyon düzeyinin doğru değerlendirilmesi için laboratuvar ve saha tekniklerinden oluşan birçok yöntem geliştirilmiştir (6). Vücut ağırlığındaki değişimlerin, idrar ve kan parametreleriyle beraber izlenmesi (6, 42), yanında tükürük osmolalitesinin ölçülmesinde (43, 44) kullanılan yöntemler arasında sayılmaktadır (6). Hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan altın bir standart olmamasına karşın, vücut ağırlığındaki değişimleri ve idrar osmolalitesi, idrar özgül ağırlığı (urine specific gravity - USG), konduktivitesi (iletkenliği) ve rengi gibi idrar değişkenleri en sık kullanılan yöntemler arasında görülmektedir. Vücut hidrasyon düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan idrar analizinde sabah alınan ilk idrar örneği kullanılmaktadır (6). Toplam vücut suyundaki %3'lük sıvı hacim değişikliklerini gözlemleyebilmek için (bir başka ifadeyle ortalama bir birey için %2'lik vücut ağırlığı değişimini belirleyebilmek için) ölçümün hassas ve doğru olması gerekir. Ayrıca, kullanılan yöntemin zaman, maliyet ve teknik uzmanlık anlamında da uygulanabilir olması önemlidir (17). Vücut hidrasyon düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan başlıca yöntemler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Hidrasyon Statüsünün Göstergeleri (16)

Ölçüm	Uygulanabilirlik	Geçerlilik	Euhidrasyon
Toplam vücut suyu	Düşük	Akut ve kronik	< 2%
Plasma osmolalitesi	Orta düzey	Akut ve kronik	<290 mOsmol
İdrar spesifik gravite (USG)	Yüksek	Kronik	<1,020 g./ml
İdrar osmolalitesi	Yüksek	Kronik	< 700 mOsmol
İdrar rengi	Yüksek	Akut ve kronik	≤ 3
Vücut ağırlığı	Yüksek	Akut ve kronik	<1%

5.1 Vücut Ağırlığı Değişimleri

Vücut ağırlığındaki ani değişimler hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan pratik bir yöntemdir (6, 17, 45). Bu metodun en büyük dezavantajı sonuçların, gıda ve sıvı tüketimi gibi unsurlara bağlı değişkenlik gösterebilmesidir (6). Bu nedenle herhangi bir karışıklığa neden olmaması için egzersiz esnasında tüketilen gıda ve sıvı miktarının hesaba katılması zorunludur (46). Ayrıca vücut hidrasyon düzeyinin değerlendirilmesi için dehidrasyon öncesi vücut ağırlığının bilinmesi zorunludur (6). Bireyin euhidrate kabul edilebilmesi için, sabah çıplak olarak yapılan ağırlık ölçümünde elde edilen değerlerin önceki güne ait değerden $< \%1$ oranında sapıyor olması beklenir. Bu yöntemle en az 3 gün süre ile yapılan ağırlık ölçümü besin ve rastgele sıvı tüketen aktif erkeklerde hidrasyon seviyesinin temel göstergesi olabilir. Kadınlarda ise menstrüel döngünün vücut sıvı düzeyini etkilemesi nedeniyle ölçümlerin daha sık yapılması gerekir (47).

Dengeli bir diyeti programı uygulayan insanlarda toplam vücut suyundan kaynaklanan vücut ağırlığı değişimi 72 saat içinde normale dönmektedir (48). Egzersiz esnasında vücut ağırlığında oluşan ani değişimler terle kaybedilen vücut sıvısını işaret eder (13). Çünkü kısa bir zaman aralığında vücudun başka hiçbir bileşeni bu oranda kütle kaybedemez (12, 13). Egzersiz süresince meydana gelen vücut ağırlığındaki akut değişimlerin tespit edilmesi, terleme oranlarının hesaplanmasında kullanılabilir (17). Vücut ağırlığının azalması sıvı kaybını, artması ise su tutulumunu düşündürür (46). Bu yaklaşıma göre 1ml ter kaybı ya da kazanımı vücut ağırlığında 1 gramlık oynamaya neden olur. Bu yöntemi kullanarak toplam vücut suyundaki (TVS) akut değişimleri hassas bir şekilde tahmin etmek mümkün olabilir (17).

5.2 İdrar Göstergeleri

İdrar osmolalitesi, USG, iletkenliği ve idrar rengi vücut hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (6). Bu analizler sıvı dengesindeki değişimleri belirlemenin en geçerli ve güvenilir yöntemler olarak gösterilmektedir (42).

İdrar, su ve diğer farklı maddelerden oluşan bir çözelti'dir; bu maddelerin yoğunluğu idrar hacminin düşmesiyle birlikte yükselir ve bu durum dehidrasyonun işaretçisidir. Düşük idrar miktarı, yüksek USG, yüksek idrar osmolalitesi ve koyu idrar rengi dehidrasyonu düşündüren idrar bulgularıdır (45). Bu göstergeler vücut hidrasyon düzeyinin belirteçleri olarak dikkate alınmaktadır (10). Euhidrate bir sporcunun idrar USGsi 1.020 g/cm³ den daha düşük, rengi açık sarı ve osmolaritesi 700 mOsm/kg'ın altındadır (19).

Yapılan idrar ölçümleri ile ilgili bir endişe, kısa bir zaman aralığında büyük miktarlarda daha az yoğun sıvı tüketiminin idrar hacmini, hidrasyon düzeyinden bağımsız olarak artırması nedeniyle hidrasyon durumunu belirlemenin mümkün olamamasıdır. Sporcuların yarışmayı veya çalışmayı izleyen dönemde fazla miktarda sıvı alması dehidrate olmalarına karşın dilue idrar çıkarmalarına neden olur. Yapılan bir araştırmada, vücut ağırlığının %3-5'ni kaybetmiş sporcuların antrenmandan hemen sonra fazla miktarda sıvı almalarının idrar osmolaritesini, rengini ve iletkenliğini değiştirdiği ortaya konmuştur. Sonuçta bu değerlendirmenin vücut sıvısı yerine tüketilen sıvı miktarını yansıttığı düşünülmektedir. Bu araştırma, kısa bir zaman aralığında büyük miktarlarda sıvı tüketenlerin böbreklerden aşırı sıvı yüklenmesi karşısında büyük miktarlarda idrar üreterek cevap verdiğini göstermektedir. Bu tip uygulamalarda vücut hücre içi ve hücre dışı sıvı bölmelerini normale döndürmek için yeterli zamana sahip olamamaktadır. Bu olay Popowski ve ark. (49), tarafından belirtilmektedir ve birçok lise ve kolej güreş programında tartı zamanında negatif bir idrar USG değeri almamak için kullanılan bir hile yöntemidir. Açıkçası bu durum, hidrasyon durumunu test etmek için idrar parametreleri kullanımına bir sınırlandırma getirmektedir (2). Bir gecelik bir açlığı takiben sıvı ve besin almadan önce sabah alınan ilk idrar örneği, yapılan ölçümün güvenilirliğini en üst seviyeye çıkarmaktadır. Bu nedenle, USG, osmolalitesi ve renk analizleri sabahın ilk idrarı kullanıldığı zaman dehidrasyon durumundan euhidrasyon durumunu ayırmada ve değerlendirmede daha doğru sonuçlar verdiği ileri sürülmektedir (27, 45, 50).

USG ve osmolalite gibi idrar ölçümlerinin hypohidrasyon durumunu belirlemede, hematokrit, serum osmolalitesi veya plazma sodyum düzeyi gibi kan ölçümlerinden daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Yapılan bir araştırmada, 44 günlük bir zaman aralığında gözlemlenen ve % 3 den daha büyük kilo kaybı ile hafif kronik dehidrasyonu bulunan askerî personelin, serum osmolalite ve hematokrit değerleri normal bulunmuşken, USG ve kreatinin değerlerinin yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir (48). Yapılan çalışmalar, dehidrasyon ile bazı idrar bulguları arasında yüksek korelasyon bulunduğunu göstermiştir (12, 27, 49, 50). Armstrong ve ark. (50), idrar rengi, USG ve osmolalite ile hidrasyon seviyesi arasında yüksek bir ilişki bulunduğunu ve bu yöntemlerin spor ortamlarında ve alan araştırmalarında kullanılabilir olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca hidrasyon seviyesinin belirlenmesinde osmolalite ve USG değerlerinin birbirlerinin yerine kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

5.2.1 Osmolalite

İdrar osmolalitesi ölçümü hidrasyon düzeyi göstergesi olarak çok yaygın bir şekilde kullanılan yöntemlerden birisidir (27, 46). Bu yöntemin daha doğru sonuçlar vermesi için donma noktalı bir osmometre cihazı yanında, ölçümleri bu aleti kullanmasını bilen eğitilmiş bir kişinin yapması gerekmektedir. Osmometre aleti her bir kilogram solüsyonunda çözünen zerreciklerin osmol miktarını ölçer. Cihaz sodyum gibi çözünen partikülleri ayırıştırır; bununla birlikte glikoz, üre ve protein gibi maddeleri ortaya çıkarmaz (2).

Osmolalite sadece bir yoğunluk ölçümüdür (13, 51). Toplam çözünen yoğunluğun en doğru ölçümüdür. Vücuttaki suyun durumu sürekli değiştiği için, bireylerin hidrasyon durumunun ne düzeyde olduğunu belirlemek için dünyaca kabul edilen tam bir yöntem yoktur (50). Ancak bu yöntem özellikle antrenmanın hemen sonrasındaki vücut hidrasyon düzeyini doğru yansıtamayabilir (12).

Shirreffs ve Maughan (27), bu tür ölçümlerde sabahın ilk idrar örneğinin kullanılması ile vücut sıvı düzeyi ile ilgili daha doğru bir sonuç alınabildiğini göstermiştir. Dokuz yüz miliosmol/kg' dan daha büyük idrar osmolalitesi hypohidrasyonun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Euhidrate olan bir sporcunun idrar osmolalitesinin genellikle 700 mOsm/kg'dan daha düşük olduğu kabul edilmektedir (19).

5.2.2 İdrar özgül ağırlığı (USG)

USG suyun yoğunluğu ile idrarın yoğunluğunun karşılaştırılması sürecidir (2). Herhangi bir sıvı sudan daha yoğun ise 1,000 g/cm³'den daha büyük özgül ağırlığa sahiptir. Sağlıklı bireylerde normal idrar USG'sinin 1,013 ile 1,029 g/cm³ arasında olduğu bilinmektedir. Dehidrasyon durumunda Usg değeri 1,030 g/cm³ üstünde seyretmektedir. Öte yandan, idrarda su yoğunluğu arttığı durumlarda Usg değeri 1,001 ila 1,012 g/cm³ arasında gözlemlenir (12).

USG düzeyini higrometre, refraktometre ve reaktif bant gibi ucuz yöntemleri kullanarak ölçmek mümkündür. Bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılanı refraktometrelerle yapılan ölçümlerdir (2). USG refraktometre aleti ile hızlı ve daha doğru bir şekilde ölçülebilmektedir.

USG, idrarın üre, glikoz ve protein yoğunluğu yanında, osmolaliteden de etkilenir (2). Euhidrate bir sporcuda USG 1.020 g/cm³'den daha düşüktür (19). Ulusal Kolejli Sporcu Birliği (NCAA) USG'nin 1.020 g/cm³ ve alt değerlerini sporcunun euhidrate olduğunun bir göstergesi olarak kabul etmektedir (52, 53, 54). Tablo 11' de vücut ağırlık değişimi ile idrar rengi ve USG değerleri arasındaki ilişki verilmektedir.

Tablo 11. Hidrasyon Statüsü Göstergeleri (6)

Hidrasyon statüsü	%Vücut Ağırlık Değişimi	İdrar Rengi	USG g/cm ³
İyi düzeyde hidrasyon	+ 1 / -1	1 veya 2	< 1,010
Hafif dehidrasyon	-1 / - 3	3 veya 4	1,010 – 1,020
Anlamlı dehidrasyon	- 4 / - 5	5 veya 6	1,020 – 1,030
Şiddetli dehidrasyon	< - 5	> 6	> 1,030

5.2.3 İdrar Rengi

Armstrong ve ark. (50), idrar rengi esasına dayalı vücudun hidrasyon düzeyini belirlemede kullanılmak üzere değerlendirilebilir 8 düzeyli bir renk ölçeği (skala) geliştirmişlerdir. Renk ölçeğinde tahmin edilen idrar rengi, idrar osmolalitesi ve USG ölçümleri ile karşılaştırıldığında egzersiz ile ilgili hidrasyon düzeyinin değerlendirilmesinde kabul edilebilir bir sonuç sağladığı tespit edilmiştir (13).

Armstrong ve arkadaşları renk ölçeği üzerinde 3'den daha büyük ve gittikçe koyulaşan idrar renginin dehidrasyon durumunu gösterdiğini ileri sürmektedirler (2). Renk ölçeğindeki 1., 2. ve 3. derecedeki açık sarı idrar rengi iyi düzeyde hidrasyon durumu olarak dikkate alınmaktadır (9). Demirkan ve ark.(31), güreşçilerin idrarlarında yaptıkları incelemelerde, USG ve renk değerleri arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada ise Demirkan ve ark.(55), güreşçilerden aldıkları idrar örnekleri ile osmolalite, USG, renk ve iletkenliğini içeren 4 farklı ölçümün karşılaştırılmasını yapmışlar ve tüm ölçüm yöntemleri arasında yüksek düzeyde korelasyon tespit etmişlerdir.

5.2.4 İdrarın Elektriksel İletkenliği (kondüktivite)

İdrar iletkenliği ölçümleri de sporcularda hidrasyon seviyesinin belirlenmesinde kullanılabilir (27, 56). Shirreffs ve Maughan (27), yaklaşık 25 mS.cm⁻¹'lik idrar iletkenliğinin yine yaklaşık 980 mOsmol. kg⁻¹ osmolaliteye eşdeğer olduğunu belirtmişlerdir. Tablo 12'de vücut hidrasyon düzeyinin irdelenmesinde kullanılan, osmolalite ve iletkenlik değerleri arasındaki ilişki verilmiştir.

Tablo 12. Sparta 5 Meter Plus'ın Her Bir Sayı Değeri için Osmolalite ve İletkenlik Değerleri (25)

Sparta 5	İletkenlik mS.cm ⁻¹	Osmolalite mOsm.kg ⁻¹
1	< 10	< 341
2	10- 15	341- 510
3	15- 21	510- 716
4	21- 25	716- 852
5	> 25	> 852

5.3 Kan Göstergeleri

Kan hemoglobin ve hematokrit değerlerindeki değişimler vücut hidrasyon düzeyinin irdelenmesinde kullanılabilir. Bununla birlikte gerçekte bu değişimler toplam vücut sıvı değişimini değil, plazma değişimini göstermektedir. Plazma osmolalitesi ve sodyum yoğunluğundaki değişimler hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Dehidrate bireylerde hem plazma sodyum düzeyi hem de osmolalitede anlamlı bir yükseliş görülmektedir (6). Euhidrate bir sporcunun plazma osmolalite değeri 280 mOsm/kg ile 290 mOsm/kg arasında değişmektedir (37). Hidrasyon düzeyinin belirlenmesinde kan göstergeleri ile ilgili yapılan araştırmalar bu yöntemin kullanılmasının sonucunda doğabilecek kaygıları da beraberinde getirmektedir. Francesconi ve arkadaşlarının, askeri personel üzerinde yaptıkları 44 gün süreli bir çalışmada, bireylerin %3'den fazla vücut kitle kaybına ve USG değerlerindeki yükselmeye karşın, ancak hematokrit ve serum osmolalitesinde bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir (13). Bu çalışma sonucunda, araştırmacılar kardiovasküler devamlılığın sürdürülebilmesi için plazma volümünün vücut tarafından korunduğunu ileri sürmüşlerdir. Sonuç olarak, belli bir oranda vücut sıvı kaybı oluşana kadar (% 3'den daha fazla) plazmadaki değişikliklerin, hypohidrasyondan etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Armstrong ve ark. tarafından da bu bulguyu destekler nitelikte sonuçlar bildirilmiş olup, hafif derecede dehidrasyon için idrar bulgularının kan değişkenlerinden daha hassas olduğu sonucuna varmışlardır (13). Ayrıca dehidrasyon düzeyini test etmek için kan alımının bireyi kaygılandırması yanında, pratik olmayışı, zaman alması, eğitilmiş bir personel gerektirmesi, enfeksiyon ve damarda hasar riski gibi komplikasyonlarının olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmadığı bilinmektedir (2).

Popowski ve ark. (49), uzun süreli egzersiz sonucu % 5'lik ağırlık kaybına uğramış sporcuların, 60 dk'lık rehidrasyon süreci boyunca % 5 ağırlık kaybına eşdeğer sıvı tüketimi yapmalarına rağmen yükselmiş plazma osmolalitesinin bazal değerlere geri dönmediğini kanıtlamışlardır. Bu durum toplam vücut suyu ve sıvı bölmeleri dengesinin bozulduğunu göstermektedir. Vücut sıvı kaybı ve plazma osmolalitesi değişimi arasındaki ilişkiyi gösteren bir diğer çalışmada, %8-9'luk bir kayıp sonrası plazma osmolalite değişimi -3 ile + 16 mOsm/kg arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (43).

Tablo 13. Uzun Süreli Sıvı Alımı Serum Osmolalite İlişkisi (43)

Cinsiyet, yaş dağılımı	Toplam su tüketimi ondabirliği	Gözlemlenen kişi sayısı	Ortalama toplam su tüketimi (L/ gün)	Serum osmolalite (mOsm/kg)
Erkek, 19-50 yaş	1	380	1,7	279
	2	336	2,3	279
	3	287	2,7	281
	4	278	3,0	280
	5	296	3,3	280
	6	307	3,7	280
	7	312	4,1	281
	8	276	4,7	280
	9	304	5,6	280
	10	315	7,9	281
Kadın, 19-50 yaş	1	429	1,3	277
	2	369	1,7	277
	3	350	2,0	277
	4	347	2,3	276
	5	347	2,6	277
	6	340	2,9	277
	7	320	3,3	277
	8	306	3,7	278
	9	281	4,3	277
	10	353	6,1	278

Tablo 13'den anlaşılacağı üzere toplam su alımı bireyler arasında büyük değişiklik göstermesine karşın, vücudun nöroendokrin mekanizmalarının devreye girmesi, serum osmolalitesinin normal sınırlar içinde kalmasını sağlamaktadır. Bu tablo serum osmolalitesinin insan sıvı gereksinimini belirlemede kullanılabilir güvenilir bir yöntem olmadığını göstermektedir.

5.4 Tükürük Salgısı

Dehidrasyon yolu ile oluşan su kaybı sonrası tükürük üretiminde de bir azalma meydana gelmektedir. Tükürük %97-99,5'si sudan oluşur ve tükürüğün akut dehidrasyon sürecinde akış hızı, osmolalitesi ve toplam protein yoğunluğu değişmektedir. Özellikle, dehidrasyon sırasında tükürük osmolalitesi ve toplam protein yoğunluğundaki değişimlerin % 2,1'lik vücut ağırlık kaybı ile beraber seyreden hipertonic-hipovolemi sırasındaki akut hidrasyon değişimlerini takip etmede idrar osmolalitesi (Uosmol) kadar hassas olduğu gösterilmiştir (57). Bu sonuçlar uzun süreli egzersiz süresince meydana gelen dehidrasyonun, tükürük akış hızını azaltıcı etkisinin, nöroendokrin regülasyonun göstereceği etkiden daha belirgin olduğunu düşündürmektedir (44). Walsh ve ark. (58), akut dehidrasyon sırasında, tükürük total protein

DEMİRKAN, E., KOZ, M., KUTLU, M., “Sporcularda Dehidrasyonun Performans Üzerine Etkileri ve Vücut Hidrasyon Düzeyinin İzlenmesi”

yoğunluğu ve osmolalitedeki değişimler ile akış hızındaki azalmanın, vücut ağırlığı değişimleri ile kuvvetli derecede ilişkili olduğunu göstermiştir. Oliver ve ark. (59), 13 sağlıklı erkek katılımcı üzerinde yaptıkları 48 saat süresince besin-sıvı kısıtlaması ve egzersiz, takiben de rehidrasyon sonrası yaptıkları değerlendirmede tükürük osmolalitesi ve daha düşük tükürük akış hızının hidrasyon seviyesinin takibinde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

6. SONUÇ

Yapılan çalışmalar, egzersiz sırasında dehidrasyonun kaçınılmaz bir durum olduğunu göstermektedir. Dehidrasyon düzeyinin belirlenmesinde çevresel faktörler yanında, yapılan egzersizin türü, şiddeti, süresi, bireyim uyum mekanizmalarının etkili olduğu gösterilmiştir. Sporculara antrenman veya maç öncesi, esnası ve sonrasında yeterli düzeyde ve uygun ölçütlerde sıvı alma alışkanlığı kazandırılması ile dehidrasyonun önlenmesi sağlanabilir. Dolayısıyla dehidrasyona bağlı olarak ortaya çıkabilecek performans kaybı önenebilir. Böylece bireyin sağlığını olumsuz yönde etkileyecek durumlardan da kaçınılmış olur.

Hidrasyon seviyesinin belirlenmesine yönelik geliştirilen yöntemlerin uygulama kolaylığı yanında, hassas ve doğru sonuçlar vermesi sporcuların daha etkin izlenmesini sağlayacaktır. Yapılan araştırmaların sonuçları egzersiz süresince meydana gelen ani kilo değişimi ile refraktometre ile yapılan USG ölçümleri ve renk skalasına yönelik analizlerin sporcuların hidrasyon seviyesini tespit etmede kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Hawley, J., Burke L. “Peak Performance Training And Nutritional Strategies For Sport”, Part 3, P 283- 291,1998.
2. Oppliger, R.A., Bartok, C. “Hydration Testing of Athletes”, Sports Med, 32 (15) 952- 971, 2002.
3. Sawka, M.N., Montain, S.J., Latzka, W.A. “ Hydration Effects on Thermoregulation And Performance in The Heat”, Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol, Apr;128(4):679–90, 2001.
4. Shirreffs, S.M, Armstrong, L.E, Cheuvront, S.N. “Fluid And Electrolyte Needs for Preparation and Recovery from Training And Competition”, Journal of Sports Sciences, 22, 57–63, 2004.
5. Sawka, M.N, Cheuvront, S.N, Carter, R. “Human Water Needs”, Nutrition Reviews, 63 (6) 30–39, 2005.
6. Kavouras, S.A. “Assessing Hydration Status”, Curr Opin Clin Nutr Metab Care, Sep;5(5):519–24, 2002.
7. Duvillard, V.S.P. Braun, W.A , Melissa, M, Beneke, R, and Leithäuser, R. “Fluids And Hydration in Prolonged Endurance Performance”, Nutrition, 20 (7) 651–656, 2004.
8. Valentine, V. “The Importance of Salt in The Athlete's Diet”, Curr Sports Med Rep, 6:237-240,2007.
9. Baysal, A. “Beslenme”, 7. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, S:103–107, 1997.
10. Born, S. “Electrolyte Replenishment”, Cli Sport Med, 18 (3):513- 24, 1999.
11. Shirreffs, S.M, Sawka, M.N, Stone, M. “Water And Electrolyte Needs for Football Training And Match-Play”. J Sports Sci. Jul;24(7):699-707, 2006.
12. Armstrong, E.L. “Hydration Assessment Techniques”, Nutrition Reviews, 63 (6) 40–54, 2005.
13. Shirreffs, S.M. “Markers of Hydration Status”, J Sports Med Phys Fitness, 2000 Mar;40(1):80–4, 2000.
14. Maughan, R.J. “Impact of Mild Dehydration on Wellness and on Exercise Performance”, Euro. J. Clin Nutr, Supply 2, S19-S23, 2003.
15. Latzka, W.A., Montain, S.J. “Water And Electrolyte Requirements For Exercise”, Clin Sports Med, 18(3): P. 513–24,1999.
16. Sharp, R.L.” Role Of Sodium in Fluid Homeostasis With Exercise”, J Am Coll Nutr, Vol. 25, No. 3, 231s–239s, 2006.
17. Sawka, M.N, Burke, L.M, Eichner, E.R, Maughan, R .J, Montain, S. J, Stachenfeld, N .S. “Exercise and fluid replacement.” American College of Sports Medicine, Med Sci Sports Exerc, Volume 39 - Issue 2 - pp 377-390,2007
18. Rehrer, N.J. “Fluid and Electrolyte Balance in Ultra- Endurance Sport, Sports Med, 31(10) 701–715, 2001.
19. Casa, J.D, Clarkson, M.P, Roberts, O.W. “American College of Sports Medicine Roundtable on Hydration and Physical Activity: Consensus Statements”, Curr Sports Med Rep, 4:115–127,2005.
20. Reimers, K, Ruud, J. “Essentials of Strength Training And Conditioning, 2 Rd, Creighton University, Omaha, Nebraska, Chapter 12, P:246–249, 2000.
21. Burke, M.L. “Nutritional Needs For Exercise in The Heat”, Comp Biochem Physiol Part A 128, 735–748, 2001.
22. Maughan, R.J, Leiper, J.B, Shirreffs, S.M. “Rehydration And Recovery After Exercise”, Sports Science Exchange, 9 (3),1996.
23. Bilzon, J.L, Murphy, J.L, Allsopp, A.J, Wootton, S.A, Williams, C. “Influence of Glucose Ingestion by Humans During Recovery From Exercise On Substrate Utilisation During Subsequent Exercise in A Warm Environment”, Eur J Appl Physiol, Aug;87(4–5):318–26, 2002.
24. Özgünen KT, Kurdak SS, Maughan RJ, Zeren C, Korkmaz S, Yazici Z, Ersöz G, Shirreffs SM, Binnet MS, Dvorak J. “Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players” Scand J Med Sci Sports, Oct;20 Suppl 3:140-7. 2010.
25. Maughan, RJ, Merson, SJ., Broad, NP, & Shirreffs, SM.(2004). “Fluid and Electrolyte intake And Loss in Elite Soccer Players During Training”. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 14, 333 – 346, 2004.

26. Maughan, R.J, Shirreffs, S.M, Merson, S.J, & Horswill, C .A. "Fluid And Electrolyte Balance in Elite Male Football (Soccer) Players Training in A Cool Environment". J Sports Scien, 23, 63 – 79, 2005.
27. Shirreffs, S.M, Maughan, R.J. "Urine Osmolality and Conductivity As Indices of Hydration Status in Athletes in The Heat", Med Sci Sports Exerc, Nov;30(11):1598–602, 1998.
28. Maughan, R.J, Watson, P, Evans, G.H, Broad, N, Shirreffs, S. "Water Balance And Salt Losses in Competitive Football, Int J Sport Nutr Exerc Metab, 17, 583-594, 2007.
29. Shirreffs, S.M. "The Importance of Good Hydration for Work And Exercise Performance". Nutr Rev. Jun;63(6 Pt 2):S14-21, 2005.
30. Zetou, G.E. Giatsis, F. Mountaki, A.K. "Body Weight Changes And Voluntary Fluid İntakes Of Beach Volleyball Players During An Official Tournament", J Sci Med Sport. 11, 139—145, 2008.
31. Demirkan, E, Koz, M, Arslan, C, Ersöz, G. "Vücut Hidrasyon Durumunun Belirlenmesinde Farklı İki İdrar Ölçüm Yönteminin Karşılaştırılması". Cilt: 7 Sayı: 3 Sayfa: 111-114 ,2009
32. Judelson, D.A, Maresh, C.M, Anderson, J.M, Armstrong, L.E, Casa, D.J, Kraemer, W.J, Volek, J.S. "Hydration And Muscular Performance: Does Fluid Balance Affect Strength, Power And High-Intensity Endurance? Sports Med.;37(10):907-21, 2007.
33. Wilmore, J.H, Costill, D.L. "Physiology of Sport And Exercise", Third Edition, Chapter 4. P:118-148, Chapter 13 P:425- 432, 2004.
34. Montain, S.J. " Hydration Recommendations for Sport 2008". Curr Sports Med Rep. Jul-Aug;7(4):187-92, 2008.
35. Maughan, R.J, Shirreffs, S.M. "Development Of Individual Hydration Strategies For Athletes". Int J Sport Nutr Exerc Metab. Oct;18(5):457-72, 2008.
36. Ferguson, M.A, Mccoy, S, Mosher, P.E. "Exercise İn Hot Environment: Comparision of Two Different Fluid intake Patterns", J Sports Med Phys Fitness, 45 (4),P 501- 506, 2005.
37. Casa, D.J. "Exercise in The Heat. İi. Critical Concepts İn Rehydration, Exertional Heat İllnesses, and Maximizing Athletic Performance", J Athl Train, Jul;34(3):253–262, 1999.
38. Noakes, T.D, Adams, B.A, Myburgh, K.H, Greff, C, Lotz, T, Nathan, M. "The Danger of İnadequate Water İntake During Prolonged Exercise", Eur. J. Appl. Physiol, 57, 210 – 219, 1, 1988.
39. Broad, E.M, Burke, L.M, Gox, G.R, Heeley, P, Riley, M. "Body Weight Changes And Voluntary Fluid İntages During Training And Competition Sessions İn Team Sports", Int. J. Sport Nutr, 6, P:307-20,1996.
40. Convertino, V.A, Armstrong, L.E, Coyle, E.F, Mack, G.W, Sawka, M.N, Senay, L.C, Sherman, W.M. "American College Of Sports Medicine Position Stand. Exercise And Fluid Replacement", Med Sci Sports Exerc, 28 (1)1–11,1996.
41. Shirreffs, S.M, Taylor, A.J, Leiper, J.B, Maughan, R.J. "Post-Exercise Rehydration in Man: Effects Of Volume Consumed And Drink Sodium Content", Med Sci Sports Exerc, Oct;28(10):1260–71,1996.
42. Armstrong, L.E, Soto, J.A, Hacker, F.T J.R, Casa, D.J, Kavouras, S.A, Maresh, C.M. "Urinary İndices During Dehydration, Exercise, And Rehydration", Int J Sport Nutr, Dec;8(4):345–55,1998.
43. Armstrong, L.E. "Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard", J Am Coll Nutr., Vol. 26, No. 5, 575s–584s, 2007.
44. Walsh, N.P, Laing, S.J, Oliver, S.J, Montague, J.C, Walters, R, Bilzon, J.L. "Saliva Parameters As Potential İndices Of Hydration Status During Acute Dehydration", Med Sci Sports Exerc. Sep;36(9):1535-42, 2004.
45. Cheuvront, S.N. Sawka, M.N. "Hydration Assessment Of Athletes", Sports Science Exchange 97, 18 (2) 1–10,2005.
46. Shirreffs, S.M. "Markers of Hydration Status", Eur J Clin Nutr, 57, Suppl 2, S,6-S9,2003.
47. Demirkan, E, Koz, M, Arslan, C, Ersöz, G. "Determination of Body Composition and Hydration Status in Cadet Super League Wrestlers", European Sports Medicine Congress, P:105, 2009.
48. Grandjean, A.C, Reimers, K.J, Buycks, M.E. "Hydration: Issues Fort He 21st Century", Nutrition Reviews, 61 (8) 261-271,2003.
49. Popowski, L.A, Oppliger, R.A, Patrick, L.G, Johnson, R.F, Kim Johnson, A, Gisolf, C.V. "Blood and Urinary Measures of Hydration Status During Progressive Acute Dehydration", Med Sci Sports Exerc, May;33(5):747–53
50. Armstrong, L.E, Maresh, C.M, Castellani, J.W, Bergeron, M.F, Kenefick, R.W, Lagasse, K.E, Riebe, D. "Urinary İndices of Hydration Status", Int J Sport Nutr, Sep;4(3):265–79, 1994.
51. Shirreffs, S.M, Maughan, R.J. "Urine Osmolality And Conductivity As indices of Hydration Status in Athletes in The Heat", Med Sci Sports Exerc, Nov;30(11):1598–602,1998.
52. Manz, F, Wentz, A. "24-h hydration status: parameters, epidemiology and recommendations", Eur J Clin Nutr, 57, Suppl 2, S10-S18, 2003.
53. Utter, A.C. "The new National Collegiate Athletic Association wrestling weight certification program and sport-seasonal changes in body composition of college wrestlers", J Strength Cond Res, Aug;15(3):296–301,2001.
54. Stuenkel, K.J, Lehmann, D.R, Case, H.S, Hughes, S.L, Evans, D. "Change in serum sodium concentration during a cold weather ultradistance race", Clin J Sport Med, May;13(3):171–5, 2003.
55. Demirkan, E, Kutlu, M, Keskil, Z, Koz M. "Vücut Hidrasyon Durumunun Belirlenmesinde Farklı Dört İdrar Ölçüm Yönteminin Karşılaştırılması", Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi cilt 2, sayı 2, 2010.
56. Kutlu M, Guler G. "Assessment of Hydration Status By Urinary Analysis of Elite Junior Taekwon-Do Athletes in Preparing For Competition", J Sports Sci, Aug;24(8):869–73, 2006.
57. Ship, J.A, Fischer, D.J. "Metabolic İndicators of Hydration Status in The Prediction of Parotid Salivary Gland Function", Arch OralBiol,44:343-350,1999.
58. Walsh, N.P, Montague, J.C, Callow, N, Rowlands, A.V. "Saliva Flow Rate, Total Protein Concentration and Osmolality As Potential Markers of Whole Body Hydration Status During Progressive Acute Dehydration İn Humans". Arch Oral Biol. Feb;49(2):149-54,2004.
59. Oliver, S.J, Laing, S.J, Wilson, S, Bilzon, J.L, Walsh N.P. "Saliva indices Track Hypohydration During 48h of Fluid Restriction Or Combined Fluid And Energy Restriction". Arch Oral Biol, Oct;53(10):975-80, 2008.