

HAYVAN BESLEMEDE YETERİNCE ÖNEMSENMEYEN
BİR BESİN MADDESİ:
SU

M. Mustafa ERTÜRK

Nihat ÖZEN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü
Antalya/TÜRKİYE

Özet: Su, esansiyel bir besin maddesidir ve gereksinim duyulan miktarı çeşitli faktörlerin etkisiyle çok değişir. Vücut suyu, metabolizmada önemli fonksiyonlara sahip belirli bazı unsurlardan oluşmaktadır. Hiç bir kimyasal bileşim suyun sahip olduğu kadar önemli hayatsal fonksiyonlara sahip değildir.

A Nutrient which is not sufficiently considered important in Animal Nutrition: Water

Abstract: Water, as an essential nutrient for life, the requirement varies significantly depending on different factors. The water in the body possesses important functions in the metabolism. No other chemical compounds have so many distinct and vital functions as water, do.

Giriş

Su yaşamın temel unsurlarından biridir ve canlı organizma için gerekli maddelerin büyük bölümünü içeren elverişli bir ortamdır. Işıksız ve oksijensiz yaşayabilen canlılar olduğu halde, hiçbir canlı susuz yaşayamamaktadır. Hayvanlar (ve insanlar) vücutlarındaki glikojen ve yağların tamamını, proteinlerin yarısını, vücut ağırlığının %40'ını yitirse dahi yaşayabildikleri halde, suyu ortalama % 20'sini kaybettiklerinde ölürlür. Bazı kaynaklara göre ölüm % 10 su kaybında bile meydana gelebilmektedir (2).

Hayvansal organizmada yaşam, hücrelerin, bileşimi oransal olarak sabit bir sıvı içinde bulunmaları durumunda olanaklıdır. Canlıları oluşturan temel maddeler ilk kez suda bir araya gelmişlerdir. Öyle ki izole bir kurbağa kalbi, hiçbir madde eklenmeden uzun süre deniz suyunda canlılığını sürdürebilmektedir (1).

İlk yaşamın suda başladığına inanılmaktadır. Daha basite indirgeyip hücre düzeyinde düşünüldüğünde, havada, karada ve suda yaşayan tüm hayvanların hücrelerinin içinde su bulunduğu, hücrelerin etrafının su ile çevrili olduğu görülür. İnsan ve hayvanlar vücutta % 0.9'dan daha yüksek bir tuz yoğunluğuna dayanamazlar. Hangi iklim ve çevresel ortamda yaşarsa yaşasın (çöl, kutup veya tropik bölgelerde), tüm canlılar bu su ve tuz dengesini korumaktadır. Vücut sıvılarının % 0.9'luk tuz yoğunluğu hücre içi ve hücreler arası sıvı hacmini dengeleyen en önemli unsurdur. Gerçekten de, ekstrasellüler sı-

vı yoğunluğu bunun üzerine çıktığında, hücreler su kaybeder, yoğunluk azaldığında, su alarak şişer. Bilimsel çalışmalar bu oranın, sudaki canlıların ilk defa karaya çıkmaya başladıkları, günümüzden 3 milyar yıl önceki okyanusların tuz yoğunluğu ile aynı olduğunu ortaya koymaktadır (2). Denizde yaşayan tek hücrelilerde bu sabit ortam, deniz suyuyla; çok hücrelilerde ise dış çevrenin sürekli değişen etkilerine karşı hücreyi koruyan, sabit tuz oranına sahip ekstrasellüler sıvı ile sağlanmaktadır (3).

Suyun Fonksiyonlar

Su canlı organizmada aşağıda özetlenen temel fonksiyonlara sahiptir.

- Polisakkarid, protein ve nükleik asitler gibi birçok kompleks bileşikler, su tutma yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle su, yüksek moleküllü besin maddelerinin yapı taşıdır (4).
- Su, intermedier metabolizmanın birçok reaksiyonlarına katılmaktadır. Hidrolazlar ve hidratazlar "kosubstrat" olarak suya ihtiyaç gösterirler. Vücudun bileşimine giren ve çeşitli boşluklarda bulunan su içinde, çözülmüş olarak ya da kolloid dispersiyon durumunda çeşitli organik ve inorganik maddeler vardır.
- Suyun dielektrik konstantınının yüksek olması, farklı yüke sahip iki kutup arasındaki çekme gücünü 80 kez azaltabilmektedir. Bundan dolayı iyonik maddeler için mükemmel bir eritici ve çözücü olması nedeniyle, hücre içi reaksiyonlarda ve biyolojik olayların çoğunda hızlandırıcı etkiye sahiptir (1, 2, 5). Su intermediyer metabolizma reaksiyonlarının bir çoğu ile normal hücre metabolizması ürünlerinin meydana geldiği bir ortam olduğu gibi, substratların taşınmasına ve artık ürünlerin böbrekler yoluyla vücuttan atılmasına olanak sağlayan bir çözücüdür. Sindirim kanalından alınan besin maddeleri, vücudun çeşitli bölümlerine ancak suda çözülmüş olarak iletilirler. Örneğin, hücrelerin çeşitli madensel tuzlardan yararlanabilmeleri için bunların mutlak suda çözülmüş olmaları gerekmektedir (1, 5, 6).
- Kulakta sesi, gözde ışığı naklederek işitme ve görme olaylarının meydana gelmesini sağlar.
- Dokularda hücre içi ve hücre dışında yeteri miktarda bulunduğu vücuda şekil verir (5).
- Su, özgül ısısınının yüksek oluşu ve buharlaşma özelliği nedeniyle vücut ısısınının iyi bir düzenleyicisidir (7). Bir bileşiğin özgül ısısı yükseldikçe, absorbe edilen belli miktardaki ısı sıcaklığında daha az artış olur. Nitekim canlıların yapısında bulunan su, çevre sıcaklığındaki yükselmelere karşı, vücut sıcaklığınının fazla etkilenmesini önlemektedir.
- Suyun buharlaşma ısısı yüksektir. 1 gram suyun sıcaklığını

0 °C'den 100 °C'ye yükseltmek için sadece 100 cal. gerekirken, 100 °C'deki 1 gram suyun buharlaşması için 540 cal.'ye gereksinim vardır. Bu durum, sıcak havalarda suyun deri ve akciğerlerden buharlaşmasıyla veya terlemeyle vücuttan yüksek düzeyde sıcaklık kaybına yol açarak güçlü bir serinletme sağlayabileceğini göstermektedir (8). Farklı sıcaklıklarda, Leghornların solunum ve deri yoluyla meydana gelen sıcaklık kayıpları Tablo 1'de belirtilmiştir. Bu özellik vücudun aşırı sıcaklardan veya yüksek ateşten korunmasında çok etkin rol oynar. Suyun özgül ısısının diğer bileşiklere göre daha yüksek olması nedeniyle, sıcak havalarda bu yolla sıcaklığı vücuttan uzaklaştırmak için, su yerine eğer kloroform veya etilbromid gibi en güçlü soğutucular kullanılsaydı bile sudan

Tablo 1. Leghornlarda, farklı sıcaklıklarda, solunum ve deri yoluyla meydana gelen sıcaklık kayıpları (kcal/saat) (6)

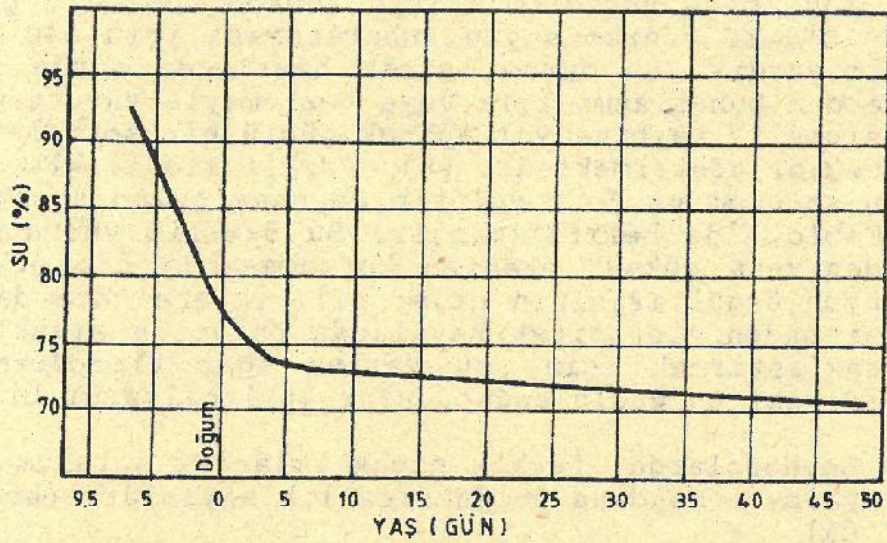
Çevre sıcaklığı(°C)	Canlı ağı.(kg)	Isı üretimi	Deri yoluyla	Solunum yoluyla	Toplam
10	1.70	6.55	0.166	0.251	0.417
20	1.66	5.09	0.201	0.277	0.478
30	1.69	4.43	0.323	0.482	0.805
35	1.67	5.27	0.597	1.561	2.158
40	1.65	5.33	0.995	3.443	4.438

10 kat daha fazla kullanılması gerekecekti. Bunu daha iyi vurgulamak ve suyun vücut sıcaklığının ayarlanmasındaki önemini belirtmek için şöyle bir örnek verilebilir: Kasların 20 dakika süreyle maksimum düzeyde çalışmasıyla meydana gelen sıcaklık o kadar yüksektir ki, su aracılığıyla bu derhal dağıtılmazsa, vücuttaki bütün albüminli maddeler kaynamış yumurta gibi katılaşırlardı.

Vücut Suyu

Su miktarının vücut ağırlığına oranı, yaşamın çeşitli dönemlerinde farklılık göstermektedir. Bu oran ergin hayvanlarda % 60-65 dolayında olduğu halde, tür, yaş, beslenme durumu ve mevsim gibi bir çok faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (2). Örneğin, sığırlarda, döllenmeden kısa bir süre sonra embriyonon su kapsamı yaklaşık % 95 iken, doğumda % 75-80'e, beş yaşında % 66-72'ye ve hayvan gelişmesini tamamladığında % 50-60'a düşmektedir (9) (Şekil 1).

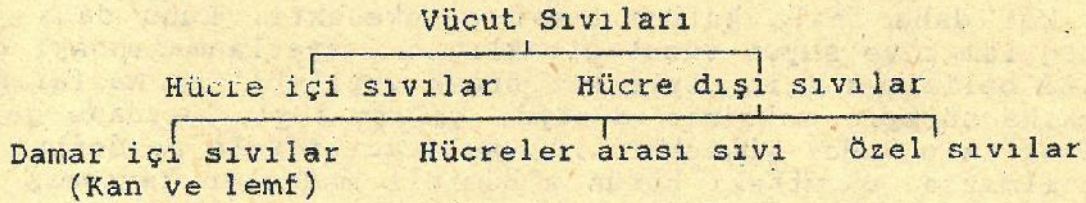
Vücudun çeşitli organ ve dokularında su oranları farklılık gösterir. Gerçekten de kemiklerden sonra (% 22), en az su yağ dokusunda (% 10-15) bulunmaktadır. Bu yüzden vücut su oranı, yağ düzeyine bağlı olarak değişmekte olup genellikle zayıf hayvanlarda, yağlı ve semiz olanlardan daha yüksektir (1). Rakamsal olarak ifade etmek gerekirse zayıf bir sığırdaki bu oran % 70 olduğu halde, semirtilmiş sığırdaki % 40'a kadar



Şekil 1. Sığırda vücut su içeriğinin yaşa göre değişimi (10)

düşmektedir (2, 5, 10). Yine başka bir genelleme yapmak gerekirse ergin yaştaki hayvanların yağsız esasa göre vücut su oranlarının % 71-73 arasında değiştiği söylenebilir (11).

Vücut suyunu bulunduğu yere göre "Hücre içi (intrasellüler) sıvı" ve "hücre dışı (ekstrasellüler) sıvı" olmak üzere iki kısma ayırmak mümkündür (Şekil 2).



Şekil 2. Vücut sıvılarının ayırımı

Intrasellüler sıvı hücre sitoplazmasının temel unsurudur. Ekstrasellüler sıvı da "plazma" ve "hücreler arası boşluklardaki (interstitial) sıvı" olmak üzere ikiye ayrılabilir. Kabaca vücut suyunun % 50'si intrasellüler, % 15'i interstitial sıvı, % 5'ide kan plazması şeklinde dağılım gösterir (2). Sindirim kanalı içerisinde bulunan su aslında vücudun dokusal kütlesi dışında kalmasına rağmen, genellikle ekstrasellüler sıvılara katılmaktadır. Ekstrasellüler sıvılardan serebrospinal sıvı, göz sıvısı, sinoviyal sıvılar, idrar ve safra gibi kendine özgü özel sıvılar, "transsellüler sıvı" adıyla, ayrı bir grup altında da toplanmaktadır (10, 12).

Bazı türlerde çeşitli vücut sıvılarının canlı ağırlığa oranları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Vücut sıvılarının canlı ağırlığa oranları (1)

Tür	Canlı ağırlığın %'si			
	Tüm vücut sıvısı	Plazma	Hücre dışı sıvı	Hücre içi sıvı
Sığır	60.0-65.6		27.9-29.7	
Koyun	53.0-59.0	5.5-6.0	29.5-30.2	24.2-29.0
Keçi	67.0-72.2	5.3-8.1	28.9-31.0	21.4-25.5
Köpek			25.0	
Tavşan			27.0	
Sıçan			27.3-27.7	

Karaciğer ve böbrek gibi canlı hücre sayısı fazla olan oluşan organlarda su çoğunlukla intrasellüler; kemik, kıkırdak ve tendon gibi canlı hücre sayısı az olan dokulardaki daha çok ekstrasellülerdir. Uterus ve timus gibi organlarda canlı hücreler gevşek veya ağ şeklinde bir doku yapısı gösterirler ve bunların arası kan veya lenf sıvısı ile dolu olduğundan, bu gibi dokulardaki sıvının intrasellüler veya ekstrasellüler dağılımını duyarlı olarak saptamak zordur. Kanın yaklaşık % 40'ını hücreler, geri kalanını ise ekstrasellüler sıvı (plazma) oluşturmaktadır. Toplam olarak % 30 dolayında su içeren yağ veya yağ dokusunda, çok az ekstrasellüler ve protoplazmasında ise yine çok az intrasellüler sıvı bulunur (5).

Hücre içinde ve dışında çeşitli boşluklarda yer alan vücut sıvıları arasında sürekli değişim söz konusudur.

Vücut sıvılarının miktar ve kompozisyonlarının değişmeden korunabilmesi toplam intrasellüler sıvı içeriğine bağlıdır. Yani, hayvanın vücut sıvı dengesi ani bir stres faktörünün etkisi altında bozulma eğilimi gösterdiğinde, bu, intrasellüler sıvı unsurlarının kompozisyonu ve hacmi, ekstrasellüler sıvı kullanılarak önlenir (12).

Hücre içinde yüzeye yakın su molekülleri birbirleri ile daha sıkı bağlanarak, buza benzer bir yapı almaktadır. Bu yapı hücreyi çevreleyen veya hücre içi bölmeleri ayıran çeperlerden çeşitli iyonların geçişini kısıtlar (2).

Ekstrasellüler sıvının esas fonksiyonu, hücrelere en uygun çevresel ortamı sağlamaktır. Vücuttaki hücreler genellikle belirli işlevlere uygun şekilde özelleşmiş olup, çevresel koşullara duyarlıdırlar. Başka bir deyişle çevre koşullarındaki küçük bir değişiklik bile onların hayatsal faaliyetlerinde önemli aksamalara yol açabilir. İşte ekstrasellüler sıvı, adeta termostatik olarak kontrol edilen, kimyasal özellikleri sabit bir ortam sağlayarak hücreyi her türlü çevresel değişikliklerden koruyup, yaşamsal ve işlevsel etkinliğini sürdürme olanağı yaratır; ayrıca, hücrelerin gerek kendi aralarında, gerekse dış çevre ile enerji ve madde alışverişine de aracılık yapar.

Vücut sıvısı, hücre içinden dışına-hücre dışından içine, sürekli hareket eden bir elektrolit çözeltisi halindedir. Bununla birlikte, intra ve ekstrasellüler sıvılar, içlerindeki çözülmüş maddelerin cins ve miktarlarına bağlı olarak, birbirlerinden tamamen farklı içerik ve karakterlere sahiptirler. Nitekim, hücre içi sıvıların başlıca katyonu potasyum olduğu halde, ekstrasellüler sıvılarınki, sodyumdur. Benzer şekilde, intrasellüler sıvılarda anyon olarak, çoğunlukla, fosfor esterleri ve proteinler yanında bir miktar bikarbonat ve biraz klor bulunduğu halde, hücreler arası sıvıların yapısı seyreltik deniz suyu gibidir ve bikarbonat içeriği hücre içinden yüksektir. Çok az miktarda da potasyum, kalsiyum ve magnezyum bulunmaktadır. Hücre dışında sodyumun, hücre içinde potasyumun başlıca katyon oluşu tüm bitki ve hayvanlarda ortak özelliktir (2).

Su Metabolizması

Hayvanın gerek içme suyu, gerekse yemlerle aldığı suyun büyük bir kısmı, sindirim kanalından absorbe edilir. Bu olay pek çok faktör tarafından etkilenmektedir.

- Eğer bağırsak içeriğinin konsantrasyonu, bağırsak çepesindeki kan ve doku sıvısından az ise, su, bağırsaktan absorbe olmakta, aksi halde, doku sıvısı bağırsak boşluğuna geçmektedir (5).

- İkinci önemli bir faktör, suyun fiziksel durumudur. İçme suyu, yemin bünyesinde bulunan suya göre, daha kolay absorbe olma özelliğindedir.

- Rasyonda bulunan karbonhidrat çeşidi de önemli bir faktördür. Sindirim sisteminde jel yaparak, su tutan hemisellüloz ve agar-agar suyun absorpsiyonunu azaltır. Absorbe edilen su, enerji veren besin maddelerinin vücutta uğradıkları kimyasal değişikliklerde önemli rol oynar.

Vücut Suyunun Kaynakları

Hayvanların ihtiyacı olan su başlıca 3 kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlar: 1. İçme suyu, 2. Rasyonu oluşturan yemlerdeki su, 3. Besin maddelerinin metabolizması sırasında açığa çıkan "metabolik su"dur (2, 5, 6, 11).

İlk iki kaynak hayvanların bakım ve yönetimi ile ilgilidir. Metabolik su negatif enerji dengesi söz konusu olduğunda, yani depo yağlar veya doku proteinleri kullanıldığında daha büyük önem kazanmaktadır (6).

Yemler içerdikleri su bakımından büyük farklılıklar gösterebilirler. Örneğin körpe otların su içeriği % 90'a ulaşabildiği halde, dane yemlerde % 5'e kadar düşebilir. Başka bir deyişle silajlar, taze körpe otlar, yaş posalar, kök ve yumrular, hasıllar, dane yem, kuru ot, sap ve yağlı tohum

küspelerine göre hayvana daha fazla su sağlarlar. Ayrıca otlama zamanında bitki üzerindeki çiğ veya yağışlar gibi nedenlerle de su miktarı değişebilmektedir (6). Bütün faktörler hayvanların içme suyu ihtiyaçlarını önemli derecede etkiler.

Metabolik su, hidrojen içeren besin maddelerinin vücutta oksidasyonu sırasında meydana gelen sudur. Bu yolla karbonhidratlar ağırlıklarının % 60'ı, proteinler % 40-42'si, yağlar % 108-110'u kadar su verirler (4, 11, 13). Diğer bir ifadeyle 1 kg protein, karbonhidrat ve yağın katabolizması sonucunda, sırasıyla, 450, 560. ve 1190 g. su açığa çıkmaktadır. "Üretilen her kcal enerji başına su miktarı" şeklinde belirtildiğinde, bu değerler, sırasıyla, 0.10, 0.14 ve 0.12 g. olmaktadır. Görüldüğü gibi, karbonhidratlardan elde edilen net metabolik su miktarı aynı miktar yağdan elde edilenden biraz daha yüksektir. Bunun nedeni yağların oksidasyonu için karbonhidrat ve proteinlerin yaklaşık iki katı oksijen tüketilmesidir (11).

Metabolik su toplam su ihtiyacının karşılanmasında, genelde % 5-10 gibi bir etkinliğe sahiptir (10). Tavuklarda bu oran biraz yükselerek % 18 dolayında değişebilmektedir (6). Tablo 3'de farklı sıcaklıklarda broyler piliçlerin su gereksinimleri ile bunların hangi kaynaklardan karşılandığına ait değerler belirtilmiştir. Bununla beraber, kış uykusuna yatan hayvanların uyku dönemlerinde ve bazı çöl hayvanlarında ihtiyacın büyük bir bölümü, hatta tamamı bu yolla karşılanmaktadır. Örneğin Kuzey Amerika çöllerinde yaşayan kanguru faresi'nin tamamen kuru yiyeceklerle beslenmesine karşın, hiç

Tablo 3. Farklı çevre sıcaklıklarında, broyler piliçlerin su gereksinimleri (6)

Yaş (Hafta)	Çevre sıcaklığı (°C)	Toplam su tüketimi (gr/hay)	Toplam su tüketimindeki pay, %		
			Yem	Metabolik su	İçme suyu
1	31	16	9	19	72
3	25	32	11	23	66
5	22	91	7	14	79
7	20	140	6	16	78
9	20	163	6	16	78
Ortalama			8	18	74

su içmeden yaşabildiği, yine develerin hiç su içmeden 15 gün yürüyebildikleri bilinmektedir. Benzer şekilde erkek geyikler giftleşme mevsiminde yemeden-içmeden kesildiklerinden, su gereksinimlerini, çoğunlukla metabolik sudan karşılamaktadırlar.

Su Dengesi

Vücudun su dengesi, büyük ölçüde, su kaybını ayarlayarak

korunmaya çalışılır. Su, besinlerin sindirimi süresince veya hücre metabolizmasının son ürünü oluşuncaya kadar artmakta, kaybı ise idrar, deri, solunum ve dışkı ile olmaktadır. Ayrıca süt ve yumurta ile de önemli miktarlarda su vücudu terk etmektedir. Tablo 4'de ılıman çevre şartlarında, laktasyon ve kuru dönemdeki, baklagil kuru otuyla beslenen, Holstein sığırlarında, vücut su dengesine ait değerler verilmiştir. (6, 10).

Tablo 4. Holstein sığırlarında günlük su dengesi, lt (10)

	Kuru dönem	Laktasyon dönemi
Su kaynakları		
İçme suyu	26	51
Yem suyu	1	2
Metabolik su	2	3
Toplam	29	56
Su kayıpları		
Dışkı	12	19
İdrar	7	11
Terleme	10	14
Süt	0	12
Toplam	29	56

Su dengesinin düzenlenmesinde en etkili organ böbreklerdir. Böbrekler kanın hacim değişikliklerine bağlı kalarak ve kan plazmasının hidrostatik ve ozmotik basıncından yararlanarak, su miktarını sabit tutarlar (2).

Su kaybında en büyük pay memelilerde böbreklerle olana, yani idrara aittir. Vücut, su dengesini korumak için idrar miktarını belirli sınırlar içerisinde olmak koşuluyla, fakat önemli derecelerde arttırıp veya azaltabilir. Bunda en büyük etken hipofizinin ön lobundan salgılanan antidiüretik hormon (vasopressin) olup, salgılanması esas olarak, kanın ozmotik yoğunluğundaki değişimlere bağlıdır. Su kaybı veya fazla tuz alınması durumunda kanda bu hormonun miktarı arttıkça, su fazlalığı veya tuz azlığında düşer. Vasopressin'in artışı böbreklerde su reabsorpsiyonunu arttırarak, idrar miktarını düşürür. Ekstrasellüler sıvı hacminin azalması da, antidiüretik hormon salgılanmasını ve buna bağlı diğer mekanizmaları harekete geçirmektedir.

İdrar kayıpları daha başka faktörlerden de etkilenir. Öyle ki, sıcak havalarda su tüketimi iki katına çıkar ve idrar önemli miktarda azalır. Bunun dışında, hayvanın türü, yem tüketimi, yemin besin madde içeriği ve fiziksel yapısı, idrarın yapısı gibi faktörler de çok etkilidir. Örneğin, memelilerde protein metabolizmasının son ürünü, çok zehirli bir madde olan üre olduğu ve zehir etkisini seyrelterek giderebilmek için çok su gerektiği için, bunların idrarla su kayıpları, son atık ürünü çok daha az zehirli ürik asit olan ka-

natlılara göre daha yüksektir. Aynı nedenle, proteince zengin rasyonlarla beslemede, üre miktarı arttığından idrarla su kaybı artmaktadır (13, 14). Rasyonun tuz, K ve P gibi minerallerce zengin olması da, idrar miktarını arttırıcı etki yapar.

Dışkıyla meydana gelen kayıplar türden türe türe önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin, koyunların dışkılarındaki su oranı (% 60-65) sığırlardan (% 75-85) düşüktür. İshal ise tüm hayvanlarda su kaybını arttıran çok önemli bir faktördür (2, 6).

Solunum sırasında dışarıya verilen hava, vücut içerisinde nemle doyurulduğu için, bu yolla bir miktar su atılır. Atılan su miktarı, normal koşullarda sabit olmakla beraber, sıcak havalarda ve nispi nemi düşük ortamlarda solunum sayısı yükselen koyun, köpek ve tavuklarda artmaktadır (6).

Vücut yüzeyinden kayıplar iki şekilde olabilir:

1- Kan damarlarından ve vücut sıvılarından bir miktar su, diffüzyonla deri yüzeyine sızar ve oradan buharlaşır ki, buna "hissedilmeyen (insensible) su kaybı" denir. Bu yolla sızan miktar vücut sıcaklığına ve dolaşım hızına bağlı olarak değişir.

2- Diğer yol terlemedir. Terleme kayıpları büyük ölçüde vücut sıcaklığı ile ilgili olup, normal çevre sıcaklıklarında önemsiz düzeyde iken, insanlar ve atlar gibi serbestçe terleyebilen canlılarda, sıcak havalarda çok büyük rakamlara ulaşır (2, 10).

Susuzluk

Su kaybına bağlı olarak canlı ağırlıktaki % 1-2'lik azalma susuzluğun ilk belirtileri olan su arama ve içme isteğini yaratır. Buna paralel olarak, idrar miktarı düşer. Normal hava koşullarında hiç su içmeyen bir köpek 5 gün içerisinde % 10'luk bir canlı ağırlık kaybına uğrar. Bu düzeyde su kaybeden hayvanların çoğu yemden de kesildiği için, enerji gereksinimleri, dokulardaki besin maddelerinden karşılanmaya çalışılır. Vücut, su ihtiyacı için, öncelikle ekstrasellüler sıvıya başvurur. Aşırı olmayan kayıplarda, hücrelerden ekstrasellüler sıvıya doğru bir akım başlar ve kayıplar, giderilmeye çalışılır. Aşırı kayıpları bu yolla karşılamamanın olanağı yoktur. Zira, yapılan çalışmalar, örneğin, susuz bırakılmış köpeklerde 5. günden sonraki kayıpların % 67'sinin ekstrasellüler, % 33'ünün intrasellüler sıvılarda meydana geldiğini göstermektedir.

Görüldüğü gibi susuzlukla birlikte ekstrasellüler sıvının hacmi azalır, yoğunluğu artmaktadır. Ancak, vücuttan su kaybı ile elektrolit kaybı da meydana geldiği için, elektrolit yoğunluğu sürekli bir artış göstermez. Bu nedenledir ki,

ekstrasellüler sıvının ozmoksantrasyonu, hayvanı ölüme götürecektir noktalar kadar artmaz.

Susuzluğun başlangıcında ekstrasellüler sıvının azalmaya başlamasıyla, idrarla atılan tuz (NaCl) miktarı artar; daha sonra, hücre içi sıvılar devreye girerek idrarın K düzeyi de yükselir. Uzun süreli susuzluklarda vücut, başlıca elektrolitlerini bu şekilde kaybeder. Susuzluk nedeniyle ölümden önce meydana gelebilecek canlı ağırlık kayıpları, diyetel ve çevresel koşullara bağlı olarak önemli varyasyonlar gösterebilir. Örnek vermek gerekirse, insanlarda bu oran % 15-25 arasında değişmektedir.

Susuzluğa ve sıcağa uyum yeteneği bakımından türler hatta ırklar arasında büyük farklılıklar vardır. Örneğin, sığır, domuz, kedi, köpek gibi hayvanların susuzluğa uyum yetenekleri çok az olduğu halde, eşek, koyun, deve, maymun gibi türler kurağa çok dayanıklıdır (8). Aynı tür içerisinde de normal sığır sıcağa dayanıksız olmasına karşın, daha fazla ter bezine sahip olan ve vücut yüzeyinden buharlaşma yoluyla daha çok su kaybedebilen Hindistan'ın Zebu veya Brahman ırklarının kendilerine yeterli su sağlanmak koşuluyla aşırı sıcağa dayanıklılıkları bunlardan çok daha yüksektir.

Devenin sıcak ve susuzluğa dayanıklılığını sağlayan çeşitli faktörler bulunmakla birlikte, bunda su depolama yeteneği, hörgüçteki yağdan sağlanan metabolik su, midedeki keseciklerde biriktirilen sıvı gibi etmenlerin payı sanıldığı kadar yüksek değildir. Esas güç, suyu en üst düzeyde bir tutumlulukla kullanma yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Devenin, ne vücudunda fazla bir su depolama, ne de aşırı susduğunda bile çok su içme (fazla tuz yedirilmedikçe) özelliği vardır. Midedeki keseciklerin içeriği de çok sulu değil, aksine katıdır. Zaten devenin midesinde herhangi bir ruminantınkinden daha fazla su bulunmadığı kanıtlanmıştır. Hörgüç yağı da önemli bir su kaynağı olamaz. Çünkü, herşeyden önce, hörgücün yağ oranı yüksek değildir. Ayrıca, her ne kadar 1 g.'dan sağlanan enerji cinsinden hesaplandığında yağlardan elde edilen metabolik su miktarı protein ve karbonhidratlardan çok fazla ise de 1 kcal enerji üretmek için yağlardan sağlanan su miktar, karbonhidrat ve proteinlerden farklı dağılır.

Bunlara karşın deve insanın su içmeden bir gün bile yaşayacağı sıcaklıklarda, hiç rahatsızlık duymadan, bir hafta yaşar. Bu sürede deve canlı ağırlığının % 25'ini kaybettiği halde insan sadece bir günde % 12'sini yitirir.

Bu konuda bir genelleme yapmak gerekirse, kendileri veya ataları kurak bölgelerde yaşamamış türlerin susuzluğa uyum yeteneklerinin kurak bölge hayvanlarından daha düşük olduğu söylenebilir.

Su Gereksinimini Etkileyen Faktörler

Vücuttaki madde tüketimi çevre faktörlerinin etkisi altındadır. Normal, yüksek ve düşük sıcaklıklar için gerçek su gereksinimleriyle ilgili yeterince ayrıntılı bilgiler yoktur. Mevcut rakamlar, serbest olarak sunulduğunda hayvanların tükettikleri su miktarlarına dayanmaktadır.

Hayvanların su gereksinimleri çevre sıcaklığı ve havanın nisbi nemi, rasyonun kompozisyonu, hayvanın verim yönü, fizyolojik durumu ve böbreklerden suyun reabsorbsiyon yeteneği gibi etkenlere bağlı olarak değişir (15). Tablo 5'de değişik yaşlardaki sığırların, farklı sıcaklıklarda su gereksinimlerine ilişkin veriler sunulmuştur.

Memelilerde süt verimi, tavuklarda yumurtlama, hayvanların fazla hareket sonucu terlemeleri ihtiyaçları arttırıcı etki yapar (5). Benzer şekilde bir tavuğun tüketeceği su miktarı, yem tüketimine, çevre sıcaklığı ve nemine, fiziksel hareketlilik derecesine, tükettiği yemin yapısına ve özellikle de su, tuz ve protein içeriklerine bağlı olarak değişebilmektedir (5, 16).

Yem formülasyonu ve karmaya girecek ham maddelerin seçimi, hayvanlarda su tüketimi üzerinde etkili olabilir. Tablo 6'da, Holstein sığırlarda, rasyonun fiziksel formu ve yemleme düzeyinin su tüketimi üzerine etkisi belirtilmiştir.

Kanatlılarda, soya küspesi ve et-kemik unu gibi protein kaynakları, diğer protein ek yemlerine göre daha fazla su içirmektedir. Bazı balık unları da, kullanılan balığın yaşına, türüne, yılın hangi döneminde işlendiğine ve tuz içeriğine bağlı olarak su tüketimini değiştirebilir. Yüksek enerjili yemlerle beslenen kanatlılar, düşük enerjili yemle beslenenlerden daha az su tüketme eğilimi gösterirler. Eğer yüksek sülfat, magnezyum ya da klor konsantrasyonları söz konusu ise, suyun kalitesi de tüketimi etkileyebilir. Bu elementler tek başlarına veya kombinasyon halinde ishal etkisine sahip olduklarından, su tüketiminin artmasına neden olurlar. İçme suyu pH'sının 6'dan düşük olduğu durumlarda, su tüketimini düştüğü gözlenmiştir (3).

Hayvanın ateşli enfeksiyöz hastalıklarında vücut ısısını regüle etmek, ishal yapan sindirim bozukluklarında ozmotik dengeyi sağlamak için su gereksinimleri artar.

Tablo 5. Sığırların farklı sıcaklıklardaki günlük su tüketimleri, lt (8)

Canlı ağı.(kg)	SU TÜKETİMİ ¹			
	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C
Süt ırkı dişi dana ve düveler				
50	2.6	3.4	3.6	5.3
100	8.3	9.8	10.0	16.3
200	17.0	18.2	20.0	26.5
300	22.0	24.2	27.3	37.0
400	26.5	30.6	35.2	46.2
Süt ırkı sağmal inekler²				
400	20.8	22.7	26.5	27.0
500	22.7	26.5	31.0	32.0
Besi sığırları²				
100	5.3	6.0	7.2	9.1
200	8.7	10.2	11.0	14.4
300	11.3	13.2	15.5	18.9
400	14.0	16.0	17.8	27.0
500	16.7	18.9	22.7	34.8
Semirtilen sığırlar³				
200	16.7	19.3	22.3	31.0
300	22.7	25.7	30.3	41.6
400	28.0	31.8	37.1	52.0
500	36.7	42.4	49.2	69.0

1 Değerler serbest tüketilen su ile yemin bünyesindeki suyun toplamını belirtmektedir.

2 Verim payı hariç

3 Sadece kuru yemlerle

Tablo 6. Rasyonun fiziksel yapısı ve yemleme düzeyinin su tüketimi üzerine etkisi (11)

Su Tüketimi				
(kg/kg kuru madde)	Kuru ot	Pellet	Kuru ot+Dane yem	Silaj
Yemdeki su	0.14	0.14	0.14	1.40
İçme suyu	3.57	3.10	3.16	2.84
Toplam su tüketim	3.71	3.24	3.30	4.24
.....				
Su Tüketimi				
(kg/kg kuru madde)	Kuru ot		Silaj	
	Serbest	Yasama payı	Serbest	Yasama payı
Yemdeki su	0.11	0.12	3.38	3.38
İçme suyu	3.36	3.66	1.55	1.38
Toplam su tüketimi	3.48	3.79	4.93	4.76

Kaynaklar

1. Yılmaz, B. Fizyoloji-Canlılık Olaylarıyla İlgili Fiziksel ve Kimyasal Kurallar, Beden Sıvıları, Elektrolitler, Kan, Lemf, Kemik İliği ve Dolaşım. Hacettepe-Taş Kitapçılık Ltd.Şti. 609 s., Ankara, 1984.
2. Özen, N. Hayvan Besleme Fizyolojisi ve Metabolizması (Genişletilmiş 2. Baskı). A.Ü.Z.F. Zoot.Böl. Ders Notu No:6, 343 s., Antalya, 1995.
3. Özkan, K. ve Ş. Bulgurlu. Kümes Hayvanlarının Beslenmesi (Genişletilmiş ikinci Baskı). E.Ü.Z.F. Yay.No.264, Ders kitabı, 174 s., İzmir, 1988.
4. Ersoy, E. ve N. Bayşu. Biyokimya. Ank.Un. Vet. Fak. Yay. No:408, 989 s., Ankara, 1986.
5. Şenel, H.S. Hayvan besleme. T.C. İstanbul Üni. Vet. Fak. Yay. Rek. No:3210, Dek. No:5, 381 s., İstanbul, 1986.
6. Anonim. Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. Subcommittee on Environmental Stress Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture and Renewable Resources Commission on Natural Resources, National Research Council, 152 s., Washington, D.C., 1981.
7. Doğan, K. Kümes Hayvanlarının Beslenmesi. Ank. Ün. Zir. Fak. Yay:1290, Ders Kitabı: 368, Ankara, 1993..
8. McDowell, R.E. Improvement of Livestock Production in Warm Climates. A Serie of Books in Agricultural Sciences, Animal Sciences, x+711 s., San Francisco, 1972.
9. Yeldan, M. Besin Maddeleri. A.U. Zir.Fak Ders notu, Teksir No: 84, 169 s., Ankara, 1982.
10. Houpt, T.R. Water Balance and Excretion. Water, Electrolytes, and Acid-Base Balance. Dukes' Physiology of Domestic Animals. Swenson, M.J., 9 th ed., Part V, Chapter 36, 443-462, New York, 1977.
11. Churh, D.C. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol 2-Nutrition, Sec. Ed., Corvallis, Oregon, 1984.
12. Hafez, E.S.E. ve I.A. Dyer. Animal Growth and Nutrition. Lea and Febiger, X+402 s., Philadelphia, 1969.
13. Maynard, L.A. ve J.K. Loosli. Animal Nutrition. Sixth Ed., McGraw-Hill Book Company. x+613 s., 1969.

14. Bolton, W. ve R. Blair. Poultry Nutrition. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Reference book 174. 134 s., London.
15. Anonim. Nutrient Requirement of Poultry. Ninth Revised Edi. Subcommittee on Poultry Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council, Washington, D.C. 1994.
16. Yeldan, M. Tavukların besin maddeleri gereksinimlerini karşılama yolları ve etlik damızlıkları besleme ilkeleri. Yem Teknolojisini Geliştirme Semineri (3), (Yem, Hayvan Besleme-Yetiştirme ve Ekonomik Sorunlar). Yem Sanayii Eğitim Yayınları No:5, 97-126, 7-14 Mayıs, Van, 1984.