

AYDIN İLİ YERALTI SULARININ HAYVANCILIK İÇİN İÇME SUYU KALİTESİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mürsel ÖZDOĞAN¹, Ahmet Önder ÜSTÜNDAĞ¹, Huriye DEMİREL²

Özet

Aydın, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının zengin olmakla birlikte, suyun kalitesi, yöresel hatta aynı yörede farklı yerlerden çıkışına göre de önemli farklılıklar içerdiği bilinmektedir. Hayvanlar, mineral madde ihtiyaçlarının büyük bir çoğunluğunu tüketilen yemlerle karşılamakla beraber bir kısmını da içtikleri sudan alırlar. Fakat sudaki mineraller, rasyon hazırlanması sırasında genellikle göz ardı edilmektedir. Bu çalışmaya da konu olan su içeriğindeki mineral seviyelerinin aşırı yüksek olması, hayvanların tolerans kabiliyetlerine göre toksik ya da verim düşürücü etkileri olabilmektedir.

Bu amaçla bu derlemede, Aydın ilindeki su kalitesini ortaya koyan değişik çalışmalar ve analiz sonuçları dikkate alınarak, hayvanların tolere edebildiği sudaki kimyasal parametrelerin yanında suya ait diğer bazı niteliksel parametrelerde irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aydın, çiftlik hayvanları, su kalitesi

Assessment of Aydın Province Groundwaters in Terms of Drinking Water Quality for Livestock

Abstract

Water quality, although rich in groundwater and surface water resources in Aydın, even the output from different places according to the same local area are known to contain significant differences. Eventhough, animals meet most of their mineral requirements from feeds, a little part of them comes from water. But, minerals in water during preparation of the ration are usually ignored. The excessive high mineral content of the water that are also subject in this paper, it may be too toxic or yield-lowering effect according to the tolerance capability of the animals.

For this purpose, in this paper, revealing the water quality in the province of Aydın considering various studies and analysis of results, chemical parameters in water that can be tolerated by the animals alongside some other qualitative parameters of water were examined.

Keywords: Aydın province, farm animals, water quality

GİRİŞ

Yeraltı ve yerüstü su kaynakları, toprağın fizikokimyasal özelliklerinden etkilenmekte, bulunduğu bölgenin yapısına göre farklılık taşımaktadır. Aydın ilindeki su kaynakları; yeraltı suları, akarsular, baraj ve göller olmak üzere üç grupta toplanır. Aydın ili genelindeki yeraltı suyu rezervinin büyük bir bölümü aşağı Büyük Menderes havzasındadır. Bu havzadaki toplam işletme rezervi 279.5 hm³/yıl'dır. Ayrıca, Çine, Karacasu ve Kuşadası-Davutlar havzalarındaki rezervleri de ilave ettiğimizde toplam işletme rezervi yaklaşık 309.8 hm³/yıl'dır. Bu rezervin yaklaşık 200 hm³/yıl miktarı içme, kullanma, sanayi ve sulama suyu olarak tahsis edilmiş durumdadır. Mevcut su kaynakları artan nüfus, küresel ısınma, tarım, sanayileşme ve kentleşme gibi unsurların tehdidi altında bulunmaktadır (Kılıç, 2008).

Aydın ili genelinde açılmış bulunan çoğunluğu sulama amaçlı 15000 civarında kuyu bulunmaktadır. DSİ Bölge Müdürlüğünce yapılan araştırmalar sonucunda; Dalama - Ilıcabaşı ile Tepeköy arasındaki sahada Germencik – Turanlar – Ömerbeyli – Sınırteke

- Reisköy civarında ve Mursallı, Gümüş Yeniköy arazilerindeki bazı kuyularda standartların üzerinde bor minerali olduğu dikkati çekmiştir. Bu gibi suları tüketen hayvanların vücut sıvılarında veya ürünlerinde bor minerali seviyesinin artacağı unutulmamalıdır. Ayrıca, Aydın şehir merkezinde ve il genelinde açılmış bulunan çeşitli amaçlı kuyularda amonyak, nitrit, nitrat bulunmuş ve yapılan ölçümlerde ortalama 40 mg/lit kirlilik tespit edilmiştir. Aydın Merkez ilçesinde Kurtuluş mahallesinde açılmış bulunan içme suyu amaçlı kuyuda 110 mg/lit nitrat tespit edilmiş olup kuyu devre dışı bırakılmıştır (Arslan ve Şenol, 2010).

Bu görüşlerden yola çıkarak, bu makalede; Aydın ilinde gerek sulama ve kullanma gerekse jeotermal amaçlı çıkarılan suların, hayvancılıkta içme suyu olarak kullanımı değerlendirilmiştir.

İçme Suyunun Özellikleri

Sağlıklı ve temiz su; içerisinde hastalık yapıcı mikroorganizmaları barındırmayan ve vücutta zehirli etki yapmayacak maddelerin bulunduğu sudur. İçme suyu renksiz, tatsız, tortusuz ve kokusuz olmalıdır. Suyun sertliği ve pH değeri makul sınırlar içerisinde

¹Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Güney Kampüs, AYDIN.

²Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, AYDIN.

bulunmalıdır. İçinde fenoller ve yağlar gibi suya kötü koku veren tat ve yağlar bulunmamalıdır. Bazı kimyasal maddeler, renk ve kokusunda önemli değişiklik yapmadan suya karışabilmektedir. Suda bulunması gereken başlıca maddeler ve kaynakları Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2011). Ancak sudaki değerlerin yüksek olması, rengini ve kokusunu etkiler, içimini zorlaştırabilir. Hayvanlar için de önem taşıyan bu özellikler, hayvan sağlığı ve hayvansal ürün kalitesi/miktarı açısından da önem taşımaktadır. Hayvanlar için içme suyu sıcaklığının 4-26 °C'de olması su tüketimini olumlu etkilemektedir. Doğadaki suyun içilebilir, kullanılabilir veyahut tarımda kullanılabilir su olabilmesi için suyun içinde bulunan maddelerin belirli bazı limitler arasında olması istenir. Bununla birlikte, içme suyunun tüketilebilmesi için, tat, koku, renk, bulanıklık, sıcaklık, iletkenlik ve lezzet gibi özelliklerinde belirlenen koşulları sağlaması gerekmektedir (Eroğlu, 1995; Yıldız, 1996; Akar, 2000; Baltacı 2000).

Çiftlik Hayvanlarında Su Kalitesi

Hayvanların içme suyu kaynağının güvenli olması oldukça önemlidir. Çünkü standartların altında su kalitesiyle, hayvanlar sağlık problemi yaşayabilir veya yem tüketimleri azalabilir. Dolayısıyla ürün miktarı ve kalitesi olumsuz etkilenir. Sudaki mineral veya organik kirlilik verimin düşmesine neden olmakta ve değişik hastalıklara yol açabilmektedir. Bölgesel hastalıklar dışında hayvancılıkta suya bağlı büyük problemler nadiren görülmektedir. Hayvancılık

için kullanılacak suyun kalitesi değerlendirilirken; hayvanlarda verim düşüklüğüne yol açıp açmadığı, hastalık bulaştırıcı/taşıyıcı olup olmadığı ve hayvansal ürün yoluyla insan sağlığını etkileyip etkilemeyeceği sorgulanmalıdır. Taban suyu seviyesinin yüksek olduğu bölgelerdeki su kuyularında, hidrojen sülfür seviyesinin yüksek olması sorunlara neden olmaktadır. Hidrojen sülfür hayvanlar için zararlı olmamasına rağmen, neden olduğu koku hayvanların suyu reddetmesine neden olmaktadır. Bu tip suları barındıran tank ya da suluk içerisindeki su, hayvanlara verilmeden önce havalandırılarak hidrojen sülfür uzaklaştırılmalıdır. Su içerisindeki hidrojen sülfür, sülfürik asit formunda ise, depo ve su aktarıcı ekipmanlarda korozyona da neden olmaktadır (Ayers ve Wescot, 1994). Serbest amonyak ve nitrit düşük miktarlarda bile insan ve hayvanlarda yüksek toksik etki yapmaktadır (Halvorson ve ark., 2005).

Öte yandan tuz içeriği yüksek sular, hayvanlarda fizyolojik sorunlara veya ölümlere neden olabilmektedir. Genellikle tuzluluk; genç, gebe ve süt veren hayvanlar için daha sakıncalıdır. Monogastrik hayvanlar (kanatlılar ve domuzlar), iştahsız hayvanlara göre tuzluluğa daha az dayanıklıdır. Yemlerin çok tuzlu olduğu durumlarda suyun daha az tuzlu olması istenir. Su içeriği yüksek yemleri tüketen hayvanlar, kuru madde oranı yüksek yemlerle beslenen hayvanlara göre tuzlu suları daha iyi tolere edebilirler. Fazla tuzlu olmayan sert sular ise hayvanlara pek zarar vermemektedir (Parker ve

Çizelge 1. Suda bulunan başlıca maddeler ve kaynakları.

Kaynağı	İyonik çözünmüş		Noniyonik çözünmüş		
	Pozitif iyonlar	Negatif iyonlar	Askıda katı madde	Kolloidal	Gazlar
Mineraller katılar ve kayalar	Na, Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, vs.	Bikarbonat, Karbonat, Klorür, Florür, Nitrat, Fosfat, Hidroksitler, Boratlar, Silikatlar, Sülfat	Kil, kum ve diğer inorganik katılar	Kil, Silikat, Ferrikoksit, Alüminyumoksit, Magnezyumdioksit	CO ₂
Atmosfer	H	Bikarbonat, Klorür, Flörür	Toz-polen		CO ₂ , N, O ₂ , SO ₂
Organik madde parçalanması	NH ₃ , H, Na	Klorür, Bikarbonat, Hidroksit, Nitrit, Nitrat, Sülfür, Organik, Radikaller	Organik katı, Organik atıklar	Hümkik madde içeren, doğal organik bileşikler, sebzelere rengini veren maddeler ve diğer organik atıklar	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ S, H, CH ₄ , N, O ₂
Yaşayan organizmalar			Algler, diatomlar, Protozoa, balıklar vb.	Virüsler, bakteriler Algler vb.	NH ₃ , CO ₂ , CH ₄
Endüstriyel alanlar	Ağır metalleri İçeren inorganik İyonlar	İnorganik İyonlar, Organik moleküller	Kil, silt ve diğer inorganik katılar, organik bileşikler, yağ, korozyon ürünleri, vb.	İnorganikler, VOC içeren doğal ve sentetik organik bileşikler, pestisitler, virüsler, bakteriler ve protozoa	Cl, SO ₂

Brown, 2003).

Suda bulunan minerallerden bazıları çözülebilir halde bulunmadıklarından dolayı çözülmüş olanlardan daha az hayvanlarda problemlere neden olabilmektedir. Bu tip mineraller sadece çok yüksek konsantrasyonlarda toksik olmaktadır. Bunlara örnek olarak demir, bakır, kobalt, çinko, iyot ve manganez gösterilebilir. Fakat bu elementler ette veya sütte problem olacak seviyelere kadar birikmezler. Genellikle sularda fazla miktarda bulunan iyonlardan bazıları sodyum, klor, kalsiyum, magnezyum, sülfat ve bikarbonattır. Bikarbonatlar ve karbonatlar suda pH'ı yani alkaliliği artırır (Parker ve Brown, 2003). Hayvancılıkta su kalitesine yönelik genel bir düzenleme talimatı ya da kurallarına rastlanılmamıştır.

Aydın ilinde yapılan bir çalışmada, yeraltı (jeotermal) sularının kaliteleri araştırılmış ve sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir (Yılmaz, 2013). Bu değerlerin hayvan sağlığı ve verimi üzerine etkilerini incelemek ve kıyaslamak amacıyla, bazı çiftlik hayvanların günlük iz mineral ihtiyaçları ile bazı kabul edilebilir ağır metal düzeyleri de Çizelge 3'de verilmiştir (NRC, 1981; NRC, 1984; NRC, 1985; NRC, 2001; Sweten ve ark., 2003). İçme sularının içerisinde bulunan maddeler ve iyonlar, su kalitesinin önemli bir göstergesidir. Nitrit ve nitrat seviyesindeki kabul edilebilir seviyelerin üzerindeki artışlar insan ve hayvan sağlığı açısından önemli problemler ortaya çıkarabilir. Sulardaki nitrit ve nitratın kaynağı tarımda kullanılan gübreler, hayvancılık yapılan alanlarda hayvansal atıklar ve kanalizasyon sistemindeki bozukluklar ya da kaçaklardır. Nitrat, doğal su kaynaklarının fekal kontaminasyonunun önemli bir göstergesidir. Azotlu bileşikler ise su kirliliği açısından önemli bileşenlerdir (Keeney, 1982; Wirth, 1986; Sweten ve ark., 2003; Can ve Kali, 2008). Yeraltı ve yerüstü sularının nitrit ve nitrat kontaminasyonu tüm dünyada oldukça yaygın olup (Hallberg, 1989), içme sularındaki seviyeleri de su kalitesi için önemli bir göstergedir. Aydın ilindeki sularda yapılan bu araştırmalarda analiz edilen suların bir kısmının, örneğin nitrat ve nitrit seviyesinin insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturabilecek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı şekilde, Alangüllü yeraltı sularında demir 186.432 µg/Lt bulunmuştur. Ancak bu değer koyunlar için maksimum 100 mg/Lt olmalıdır. Bu değerler görüldüğü üzere, 1 litre sudaki değerler olup, günlük tüketilen su miktarına göre değişiklik gösterecektir. Günlük yemlerle alınan aynı mineraller de dikkate alındığında, günlük kuru madde ve suyla alınan mineral toplamını göz önünde bulundurulması zorunludur. Bu durumda Alangüllü yeraltı sularını koyunların tüketmesi sağlık ve verim açısından risklidir. Koyunlar için risk taşımayan yeraltı suyu 51.67 µg/Lt ile İmamköy 'de tespit edilmiştir. Diğer bir element olan boru kıyaslayacak olursak hayvanlar için kabul edilebilir düzeyi 10 mg/Lt olmalıdır. Çalışmalar

sonucunda Alangüllü'de bor 4.11 µg/Lt, İmamköy'de 2.32 µg/Lt, Ortaklarda ise 3.024 µg/Lt olarak bulunmuştur. Bu durumda hayvanların, günlük rasyonla tüketilen bor miktarı da düşünüldüğünde, 2 litrenin üzerinde su tüketmediği sürece bor açısından Aydın ve çevresindeki yeraltı sularında herhangi bir sakınca görüleceği düşünülmemektedir. TSE 266 standartlarına göre bakır (Cu) için sınır değer 3.0 mg/Lt' dir. İstasyonlardaki tüm Cu değerleri TSE standartlarına uygundur. Manganez (Mn) için ise sınır değer 0.005 mg/Lt' dir. Öte yandan, yeraltı sularındaki pH'nın 6.2'den düşük olduğu, nikel (Ni) konsantrasyonunun ise 980 µg/Lt' nin üzerinde saptandığı bildirilmektedir. WHO standartlarına göre içme sularındaki Ni yoğunluğu 0.02 mg/Lt'dir. Nikel sadece Alangüllü 1 istasyonunda 0.001 µg/Lt kadardır. Yapılan bir araştırmada Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki 12 farklı istasyondan alınan numunelerin incelenmesi sonucunda suyun sülfat düzeyi, sertliği, pH değeri, nitrat düzeyi genel olarak makul değerler içerisinde olduğu görülmüştür (Karaoğlu ve ark., 2008).

Aydın'daki jeotermal amaçlı açılan istasyonlardan alınan örneklerde; sülfat iyonu konsantrasyonu TSE 266'da belirtilen maksimum 400 mg/Lt konsantrasyonunun altındadır. Dolayısıyla sadece iki kuyuda sülfat değerinin yüksek olmasının, muhtemelen o bölgenin toprak ve kayalık yapısından kaynaklandığı düşünülebilir. Genel anlamda, yeraltı su kaynaklarında sülfat değerinin yüksek olmasındaki en büyük etken, tarım arazilerinde yoğun olarak amonyum sülfat gübresinin kullanılması olabilir. Amonyum azotu bitkiler tarafından alınırken, sülfat iyonu toprakta kalmakta yağmur ve sulama suları ile taban suyuna geçmektedir. Bu sonuç, kuyu suyundaki sülfatın zirai gübrelerden kaynaklanabildiğini göstermektedir (Yurttaş, 2008).

Nitrat değeri açısından bölge incelendiğinde, jeotermal amaçlı açılan kuyulardaki suda yoğunluk 40.87- 0.06 mg/Lt olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde içme suyu standardı TSE 266'ya göre nitrat konsantrasyonu 45 mg/Lt olarak belirlenmiştir. Bu değer 10.16 mg/Lt nitrat azotuna tekabül etmektedir. Evcil hayvanlar için bildirilen en yüksek nitrat değeri 440 mg/Lt iken, bir başka yayında kanatlılar için 25 mg/Lt olduğu bildirilmektedir (NRC, 1984). Bu bakımdan incelenen suların nitrat azotu yönünden TSE 266 standartlarına uygun olduğu görülmektedir. Yüksek nitrat konsantrasyonunun, özellikle yeraltı sularında suni gübreler ve hayvansal atıklardan kaynaklanabileceği (Karaoğlu ve ark., 2008), yerüstü sularda da benzer etmenler yanında mikroorganizmalarında ilave etkileri olduğu bilinmektedir. Hayvancılıkta kullanılan suyun kalitesini etkileyen faktörler olarak nitrat, nitrit ve toplam çözünmüş katı maddeler kabul edilmektedir.

Aydın'da halk sağlığı amacıyla yürütülen bir çalışmada; su numunelerinin kış ve yaz aylarında nitrat seviyesinin 40 ppm ve üzerinde belirlendiği

Çizelge 2. Aydın ilindeki değişik istasyonlardan alınan yeraltı (jeotermal) sularının mineral analiz sonuçları

Parametreler (µg/lt, ppb)							
İstasyonlar	KD-16	R-1	R-1	Alangüllü	İmamköy	Salavatlı	Ortaklar
	Condanser	Condanser	Savak				
Demir(Fe)	53.548	17.750	53.41	186.432	51.678	54.876	34.675
Bakır(Cu)	1.046	T.E.	0.783	T.E.	T.E.	T.E.	0.001
Bor (B)	3.177	2.320	3.002	4.112	2.324	3.012	3.024
Krom (Cr)	T.E.	T.E.	T.E.	6.007	T.E.	T.E.	T.E.
Mangan(Mn)	T.E.	T.E.	T.E.	8.280	T.E.	T.E.	T.E.
Kobalt(Co)	T.E.	T.E.	T.E.	0.576	0.001	T.E.	T.E.
Kadmiyum(Cd)	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Nikel(Ni)	T.E.	T.E.	T.E.	0.001	T.E.	T.E.	T.E.
Kurşun (Pb)	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Çinko(Zn)	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Parametreler (mg/lt, ppm)							
Sodyum (Na)	1162.39	1351.55	1503.62	1059.79	40.66	26.25	727.65
Potasyum(K)	117.49	182.26	196.64	80.91	6.59	1.47	52.65
Kalsiyum(Ca)	13.6	11.31	11.63	114.559	59.68	177.98	140.34
Magnezyum (Mg)	0,008	0.848	0.793	51.406	110.6	117.23	28.63
Nitrat NO ₃	40.871	40.710	0.063	42.22	20.25	T.E.	42.02
Flor(F)	21.25	23.06	12.135	3.087	0.531	1.647	1.294
Klor (Cl)	115.85	131.59	42.585	865.381	37.382	42.256	960.88
Nitrit (NO ₂)	0.635	0.673	0.008	43.624	0.069	0.008	T.E.
Sülfat (SO ₄)	690.284	665.45	105.92	67.354	197.02	454.39	89.955
Fosfat (PO ₄)	0.49	0.319	0.094	0.273	0.047	89.955	0.585

*T.E.: Tayin edilemedi.

yerleşim birimlerinin düz ovalık arazide olup, yoğun tarım ve hayvancılık yapılan yerler olduğu tespit edilmiştir. Alınan numunelerde iki yerleşim biriminde kış mevsiminde artezyen sularından alınan numunelerde 1.26 ppm nitrit tespit edilirken diğer yerleşim birimlerinde nitrit bulunamamıştır. Aydın merkez ve ilçelerinde içme su kaynaklarında yapılan bu çalışmada ortalama nitrat ve nitrit düzeyleri birçok araştırmacının bildirdikleri ortalama değerlerden daha düşük bulunmuştur. Artezyen sularının nitrat seviyesinin %83.5' inin insanlar için içme suyunda belirlenen müsaade edilebilir seviye olan 45 ppm' in altında kaldığı, %98.9'unun ise hayvanlar için belirlenen müsaade edilebilir seviye olan 100 ppm' in altında kaldığı ifade edilmiştir (Uçmaklıoğlu, 2011).

Germencik-İncirliova jeotermal alanlarının hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelenmesi sonucunda elde edilen sonuçlar ise şu şekilde verilmiştir. İnceleme alanından alınan sıcak ve soğuk su örnekleri üzerinde jeokimyasal deneyler yapılmış olup, suların içerdikleri anyonlar, katyonlar ve eser

elementler tespit edilmiştir. Hidrokimyasal fasiyes tipine göre, sıcak suların, Na-K- Cl- HCO₃ ve Na- K- HCO₃' lü ve soğuk sular, Na-Ca-Cl HCO₃, Mg- Na- Ca- HCO₃- Cl, Na- HCO₃-Cl' lü sular tipindedir (Parkın, 2012). Çalışma alanındaki sıcak sular 3.0-4.1 mg/lt seviyelerinde yüksek sayılabilecek bor yoğunluğu içermektedirler. Sıcak sulardaki yüksek bor değerleri, tekrar tekniğine uygun olarak çıkarıldığı yeraltına enjekte edilmezse, Büyük Menderes Havzasında bor kirliliği tehlikesine neden olabilir. Bu sebeple havzada ki sıcak sular enerji üretimi, ısıtma, sera, kaplıca ve diğer kullanım amaçları için çıkarılarak kullanıldıktan sonra hazneye geri basılmaları (reenjeksiyon) gerekmektedir (Parkın, 2012).

Bor önemli bir element olup çeşitli hayvan türleri üzerinde birçok araştırmalar yapılmıştır. Suda yaşayan canlılar üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmış bir çalışmada; model bir balık türü olabilen Japon balığının (*Carassius auratus linnaeus*) karaciğer ve kas dokusundaki, yem ve su kaynaklı bor

birikiminin dağılımı incelenmiştir. Akvaryum gruplarının suyuna belirli oranlarda (1 mg/Lt, 10 mg/Lt ve 20 mg/Lt) borik asit ve bazı grupların yemlerine borik asit (1 mg/kg, 5 mg/kg ve 10 mg/kg) ilave edilmiştir. Japon balıklarının farklı dokularında incelenen maksimum bor birikimi, 20 mg/Lt içeren suda bulunan akvaryumların karaciğer dokusunda 1.78 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 1 mg/kg yem uygulamasında kas dokusunda ise herhangi bir bor birikiminin olmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ortaya konulan iki önemli tespit; bor birikiminde karaciğer hedef organlardan biri iken, kas dokusunun bor birikimi açısından hedef organ olmadığı ve yem ile alınan borun dokularda birikim oranının düşük olmasıdır (Genç ve ark., 2015). Yine borla ilgili değişik çalışmalarda elde edilen bulgulara göre; düşük bor içeren (<0.3 mcg/g) diyetlerle beslenen civcivler ve farelerde kemik gelişimi, beyin fonksiyonu, makro mineral metabolizması, enerjiden yararlanma, bağışıklık fonksiyonu ve insülin salgısının değiştiği ifade edilmiştir (Hunt ve Nielsen, 1987; Hegsted ve ark., 1991; Penland ve Ebrhardt, 1993). Aynı çalışmalarda düşük bor içerikli diyetlere deney hayvanları, strese karşı hormonal ya da makro mineral metabolizmasını değiştirerek tepki vermişlerdir. Bor yetersizliğinde civcivlerde önemli kemik anormallikleri ortaya çıktığı bildirilmektedir. Borun yetersizliğinde aynı zamanda kolikalsiferol yetersizliği durumlarında kondrosit yoğunluğunun da azaldığı ifade edilmektedir (Hunt ve Nielsen, 1981; Hunt, 1994). Bor ağız yoluyla alındığında toksitesinin düşük olduğu bilinmektedir. Hayvanlarda toksik belirtiler genelde diyetle 100 ppm üzerinde tüketildiğinde görülmüştür. Farelerde borik asitin ağız yoluyla alındığındaki toksisitesi yaklaşık olarak 4000 mg/kg canlı ağırlık olarak bildirilmiştir. Fare ve ratlarda borun toksik etkisine ilişkin olarak (4500 mg/kg yem /fare) erkek farelerde testis hücrelerinin zarar gördüğü ve atrofye olduğu bulunmuştur (Hunt ve Nielsen 1987).

Aydın ili ve çevresinde jeotermal sulara ilişkin bir diğer konu ise termofilik bakterilerin varlığıdır. Bu amaçla termofilik bakterilerin incelenmesi ile ilgili yapılmış başka bir çalışmada ise; Aydın ilinde bulunan Bozköy-Alangüllü kaplıcalarındaki kaynak sularından termofilik bakteriler izole edilmiştir. Bunlar; *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus* sp.3 ve *Bacillus* sp.4 olarak tanımlanmışlardır (Başbülbül 2001).

Çiftlik hayvanlarına sağlanan suyun miktarı kadar kalitesi de önemlidir. Bu amaçla hayvancılıkta kullanılacak su yönetimine ilişkin birtakım referans ölçütler alınmalıdır. Bu amaçla, su kirliliğine ilişkin 31 Aralık 2004 tarihinde 25687sayılı yönetmelik kullanılabilir. Bu yönetmelik; su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçları, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasakları, atık su idaresi ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme/denetleme usul ve esaslarını

kapsamaktadır. Ayrıca 09 Ağustos 2006 tarihinde 26254 sayılı yönetmelik ise, hayvancılık işletmelerinde hayvan sağlığı, hayvan refahı ve halk sağlığının korunarak hayvansal gıda güvenliğini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Halk sağlığı amacıyla, 20.11.2005 tarih ve 25999 sayılı yönetmelikle; içme suyu temini amacıyla kullanılan ya da kullanılması planlanan yüzeysel suların karakteristik özelliklerini ve bu sularla izlenmesi gerekli parametreler için referans ölçüm metodları, örnek alma ve analiz sıklıklarını kapsamaktadır. Ayrıca, hayvanlar için kullanılacak içme sularında bulunabilecek maddeler ve bunların sınırlarını ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır (Göncü ve ark., 2008). Çiftlik hayvanlarında su kalite kriterleri Çizelge 3'de verilmiştir. Sığırlar için su kalitesi, her ne kadar insan kadar hassas bir konu değilse de içindeki bazı maddelerin yüksek düzeyde bulunması zararlı etkilere neden olacaktır (Göncü ve ark., 2008). Kanatlılar ise, çiftlik hayvanları içinde suya en hassas grup olarak bilinmektedir. Bu hayvanlara düşük kaliteli su (toplam erimiş katı maddeler >5.000 mg/L ya da diğer bazı özellikler bakımından) içirilmesi, hayvanlarda yaygın spesifik üretim problemleri oluşturmamasına rağmen verim düşüklüğü ve muhtemel sorunlar oluşturabilmektedir.

Göncü ve ark.(2008) sığırlara içirilen yeraltı suyunun artırılarak verilmesi durumunda, su tüketiminin %10-20 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Sudaki ağır metal ya da toksik maddeler, yenilenebilir üretimin güvensizliğine ve et-süt gibi hayvansal ürünlerin lezzetsiz olmasına da neden olabilir. Buna yönelik bir başka çalışmada çiftlik hayvanlarının içme suyundaki inorganik elementlerin seviyeleri üzerine bir kılavuz hazırlamıştır (Cemek ve ark., 2011).

Çizelge 4'de verilen başka bir değerlendirmede ise; toplam tuz içeriğinin etkisi göz önüne alınmıştır. Su tuzluluğunun ana nedeni olan iyonlar tek başlarına çok toksik değildir (Ayers ve Wescot, 1994). Fakat toplam tuz içeriği (ECw) koyunlar için, 10.0 ds/m (6000 mg/Lt) ve sığırlar için 6.6 ds/m (4000 mg/Lt)'yi aşarsa magnezyumun hesaba alınması önerilmektedir. Hayvanlar kalitesi düşük suları kısa süreliğine kullanabilirler. Eğer bu tip suları uzun süre tüketmeye maruz bırakılırlarsa muhtemelen bazı sorunların ortaya çıkaracağı düşünülmektedir. Böyle bir değerlendirme Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Hayvanların içme suyunun kimyasal değerlerinin kabul edilebilir seviyeleri ve toksik element düzeyleri

Besin maddeleri	Evcil Hayvanlar (mg/l)	Koyunlar ¹ (ppm/kg rasyon KM)		Süt inekleri ² (ppm/rasyon)	Kanatlılar (mg/l)	
	Üst sınır	İhtiyaç	Üst sınır	Üst sınır	İhtiyaç	Üst sınır
Nitrat NO ₃	<440	-	-	-	10	25
Nitrat NO ₃ -N	<100	-	-	-	-	-
Nitrit NO ₂	<33	-	-	-	0.4	4.0
Nitrit NO ₂ -N	<10	-	-	-	-	-
Sülfat SO ₄	<300	-	-	-	125	250
TÇKM	<3000	-	-	-	-	-
Arsenik, As	0.2-0.5	-	-	-	-	-
Bor, B	5.0-10	-	-	-	-	-
Kadmiyum, Cd	0.05-0.5	-	-	0.5	-	-
Krom, Cr	1.0-1.5	-	-	-	-	-
Kobalt, Co	1.0	0.1-0.2	10	-	-	-
Bakır, Cu	0.5	7-11	25	-	0.002	0.6
Flor, F	2-3	-	60-150	40	-	-
Kurşun, Pb	0.1 ³	-	-	30	-	0.02
Merkur, Hg	0.01	-	-	2	-	-
Nikel, Ni	1.0	-	-	50	-	-
Selenyum, Se	0.05-0.1	0.1-0.2	2	-	-	-
Vanadyum, V	0.1-1.0	-	-	50	-	-
Çinko, Zn	24-25	20-30	750	-	-	1.5
İyot	-	0.1-0.8	50	-	-	-
Demir	-	30-50	100	-	0.2	0.3
Molibden	-	0.5	10	10	-	-
Civa	0.01	-	-	-	-	-
Mangan	0.05 ⁴	20-40	1000	-	-	-
Alüminyum	5.0	-	-	1000	-	-
İnorganik	-	-	-	50	-	-
Organik	-	-	-	100	-	-
Brom	-	-	-	200	-	-
Magnezyum	-	-	-	-	14	125
Sodyum	-	-	-	-	32	-
Kalsiyum	-	-	-	-	60	-
Tuzluluk (TÇT) ⁵	3000.0	-	-	-	-	-
Klorit	-	-	-	-	14	250

TÇKM: Toplam çözünmüş katı madde, bu değer insan içme suyu için; ¹: NRC, 1985; ²: NRC, 2001; ³: Kurşun için 0.05 mg/l eşik değeri aşıldığında sorunlar ortaya çıkar. ⁴: Çiftlik hayvanları için eksik veri; ⁵: TÇT, Toplam çözülebilir tuzlar, Göncü ve ark. 2008.

Çizelge 4. Çiftlik ve kümes hayvanları için su kalitesinin değerlendirilmesi

Su Tuzluluğu (ECw) ds/m	Sınıf	Açıklamalar
< 1.5	Mükemmel	Çiftlik hayvanları ve kümes hayvanlarının bütün sınıfları için kullanılabilir
1.5 – 5.0	Çok iyi	Çiftlik hayvanları ve kümes hayvanlarının bütün sınıfları için kullanılabilir. Çiftlik hayvanlarında ve kümes hayvanlarında böyle sulara alışkın olmadıklarından geçici ishale neden olabilir.
5.0 – 8.0	Çiftlik hayvanları için iyi, kümes hayvanları için uygun değil	Geçici ishale neden olabilir veya böyle sulara alışkın olmadıklarından hayvanlar tarafından istenmeyebilir. Çoğunlukla ishale neden olmakta, ölüm oranını arttırmakta ve özellikle hindilerde büyümeyi azaltmaktadır.
8.0 – 11.0	Çiftlik hayvanları için sınırlı kullanım, kümes hayvanları için uygun değil	Süt ve besi sığırları, koyun, domuz ve atlarda kontrollü bir şekilde kullanılabilir. Gebe ve süt veren hayvanlarda kullanılması uygun değildir. Kümes hayvanları için kullanılması uygun değildir
11.0–16.0	Çok sınırlı kullanım	Kümes hayvanları için uygun olmamakla birlikte domuzlar içinde uygun olmayabilir. Gebe ve süt veren inekler, atlar, koyunlar, genç hayvanlar ve bunların türleri için kullanımı büyük risk taşır. Genellikle kullanılmamakta, fakat daha yaşlı geviş getirenler, atlar, kümes hayvanları ve domuzlar böyle sularla kesin olmamakla birlikte yaşayabilir
>16.0	Önerilmez	Yüksek ölçüde tuz içeren bu sular için riskler öyle büyüktür ki herhangi bir koşulun dışında kullanılması tavsiye edilmez

Bu çizelgedeki değerler, geniş bir güvenlik sınırına sahiptir ve taban suyunda bulunan miktarlar üzerine dayandırılmıştır. Bu maddelerin güvenli tüketim dozu, hayvanın ağırlığı ve tükettiği suyun miktarı gibi pek çok faktöre bağlıdır. Su kalitesine ilişkin bir çalışmada; çoğunlukla suya ilişkin sorunların florür, demir, nitrat, hidrojen sülfür ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Florürle ilgili sorunların çoğu gerçekte toksik etki yaratmazken, kemik problemleri ve benekli dişlere neden olmaktadır. Belli zamanlarda yüksek florürlü su kullanılması, sağlık problemi oluşturmayabilir. Ancak yüksek florürlü sudan en çok etkilenenler yavru ve genç canlılardır. Özellikle de sürekli dişlerin patlamaya başlamasından önceki yaştır. Toksisite sorunları, söz konusu mineralce zengin yem ya da rasyon hazırlanmasıyla daha da artacaktır. Bu toksik maddelerden biri aynı zamanda selenyum gibi bir elementte olabilir. Çiftlik hayvanları nitrat ve nitritten olumsuz yönde etkilenir. Yüksek nitrat seviyeleri sulama noktalarında yoğun alg gelişimine sebep olabilir. Çiftlik hayvanlarının ölümü ile yoğun alg gelişimi arasında doğrudan bir ilişki kurulamamıştır. Fakat araştırmalar göstermiştir ki, algler botulizm (gıda zehirlenmesi)'in gelişimine yardım eden durumları yaratmaktadır (Ayers ve Wescot, 1994). Mavi-yeşil alglerin bazı türleri hayvan toksinlerini üretirler (Parker ve Brown, 2003). Mavi yeşil alglerin kullanımıyla ilgili açık bir kanıt olmamasına rağmen, toksik maddelerin oluşumuna neden olduğu varsayılmaktadır. Hayvanların yoğun su yosunları ile dolu suluklardan su içmeleri durumunda, alg gelişiminin kontrol altına alınması gerekir. Alg gelişimini kontrol etmede, 1 mg/lit'lik konsantrasyonlarda bakır sülfat uygulaması tavsiye edilebilir. Ancak, bir problemin çözümü diğer bir

problemin başlangıcı olabileceğinden, bakır sülfatın olumsuz etkilerini gözlemlemede sudaki bakır ve sülfat değerleri araştırılmalıdır (Ayers ve Wescot, 1994). Tüm yüzey sularının bakteri taşıdığı kabul edilmektedir. Bu yüzden hayvanlar yeterince oksitlenmemiş kirli sulardan uzak tutulmalıdır. Çünkü böyle sularda yüksek seviyede patojen bakterilerin bulunma olasılığı yüksektir. Su tanklarında alg oluşumunu kontrol altına almak için organik kirletmeyi azaltmak ve ışıktan korumak gerekir. Su tankları yaklaşık 100 litrelik suya biraz klor eklenir 12 saat bekledikten sonra, su boşaltılır ve durularak dezenfekte edilebilir. Klorlama ile bazı bakteriler de kontrol altında tutulmuş olur (Parker ve Brown, 2003).

Hayvan içme suyunda olması gereken bileşikler dışında ortaya çıkan diğer bileşikler toksiktir. Bu bileşikler bazen teknik sorunlara ve sıkıntılara da neden olduğu bilinmektedir. Buna örnek demir minerali verilebilir. Demirin toksisitesi oldukça düşüktür. Demir tuzları okside olup, çökeller ve bunlar temel olarak hayvanlar için zararsızdır. Fakat her litrede birkaç miligram demir bulunması bile sulukların tıkanmasına ya da istenmeyen tortu ve lekelerin oluşmasına neden olmaktadır.

SONUÇ

Aydın ilindeki yerüstü ve yeraltı su kaynakları, çiftlik hayvanların su ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Ancak, Aydın ilindeki bazı yörelerdeki suyun; mineral değerleri yanı sıra özellikle nitrat ve nitrit düzeyleri, alt-üst sınırlara göre çiftlik hayvanların ihtiyaçları değerlendirildiğinde yüksek olabileceği görülmüştür. Diğer yandan, Aydın ilinin zengin jeotermal su kaynaklarına sahip olduğu ve enerji amacıyla değerlendirildiği bilinmektedir.

Jeotermal suların mineral içerikleri ve diğer bazı özelliklerine ilişkin araştırmalar yapılmıştır. Bu makalede de, jeotermal ve bazı yeraltı suların içeriğinin bazı ağır metallerce özellikle bor mineralince ya da tuz, nitrit ve nitrat içeriğinin yüksek olmasından dolayı, hayvanlarda içme suyu olarak kullanımında sakıncalar bulunabileceği görülmüştür. Bu bölgede yapılmış araştırmalar suların bir kısmında nitrat ve nitrit seviyesinin insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturabilecek düzeyde olduğunu bildirmektedir.

Hayvancılık işletmeleri, su kirliliğine engel olacak bilinçle, hayvanlara yeterli ve güvenli içme suyu sağlamalıdır. Suni gübreler ve atık sular; toprak ve ürün gereksinimlerine uygun şekilde verilmeli ve planlanmalıdır. Bu da yeraltı suları ve tarımsal ürünlere bulaşmayı engelleyecektir. Ayrıca, hayvancılıkta tedavi ya da koruyucu amaçlı kullanılan dezenfeksiyon içerikli suların imhasında kurallara uygun hareket edilmelidir. Pestisit kullanımında da iyi tarım uygulamaları kurallarına uyulmalı, suya bulaşabilecek yerlerde pestisit kullanılmamalıdır. Ülkemizde hayvanların su tüketimi ve içme suyu kalitesiyle ilgili yeterli veri, standart ve bilimsel çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Akar A (2000) İçme Suyu Kalitesi Açısından Kirlilik Parametrelerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonim (2011) Işık Mühendislik Web Sayfası. Erişim: <http://www.aquasu.com/su2.htm>. Erişim Tarihi: 11.01.2011.
- Arslan MA, Şenol M (2010) Aydın İli Çevre Durum Raporu. T.C. Aydın Valiliği Çevre Ve Şehircilik Müdürlüğü. Aydın.
- Ayers RS, Westcot DW (1994) Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev 1. Roma.
- Baltacı F (2000) Su ve Analiz Metodları. DSİ, 3-38, Ankara.
- Başbülbul G (2001) Aydın Yöresi Jeotermal Sularındaki Termofilik Bakterilerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, A.DÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Can BZK, Kali N (2008) Erzurum Yöresinde İçme Sularında Nitrat, Nitrit Kirlenme Düzeyi. DSİ Genel Müdürlüğü DSİ Teknik Bülteni, 104: 8-15.
- Cemek B, Çetin S, Yıldırım D (2011) Çiftlik ve Kümes Hayvanlarının Su Tüketimi ve Su Kalite Özellikleri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4(1): 57-67.
- Eroğlu V (1995) Su Tasfiyesi. İTÜ Yayınları, 314, İstanbul.
- Genç TO, İnanc BE, Yabancı M, Yılmaz E (2015) Japon Balığı (Carassius Auratus Linnaeus, 1758) Dokularında Bor Akümülyasyonu. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 1, Muğla.
- Göncü S, Özkütük K, Görgülü M (2008) Sığır Yetiştiriciliğinde Su Gereksinimi ve İçme Suyu Kalite Özellikleri. Hasad Dergisi Ağustos 2008, Yıl:24 Sayı 279, 44-51s.
- Hallberg GR (1989) Nitrate In Ground Water In The United States. In: Nitrogen Management and Ground Water Protection. Elsevier, 35-74, Amsterdam.
- Halvorson AD, Schweissing FC, Bartolo ME, Reule CA (2005) Corn Response to Nitrogen Fertilization in A Soil with High Residual Nitrogen. Agronomy Journal 97: 1222-1229.
- Hegsted M, Keenan MJ, Siver F, Wozniak P (1991) Effect of Boron on Vitamin D Deficient Rats. Biological Trace Element Research 26: 243-255.
- Hunt CD, Nielsen FH (1981) Interaction between boron and cholecalciferol in the chick. In Trace Element Metabolism in Man and Animals. Eds. J Mc CHowell, J M Gawthorne and C L White. pp 597-600. Australian Academy of Science, Canberra, Australia.
- Hunt CD, Nielsen FH (1987) Interactions Among Dietary Boron, Magnesium, and Cholecalciferol in the Chick. Proceedings of the National Academy of Science 41, 50.
- Hunt CD (1994) The Biochemical Effects of Physiological Amounts of Dietary Boron in Animal Nutrition Models. Environmental Health Perspectives 102 (Suppl 7): 35-43.
- Karaoğlu MH, Balcı A, Uğurlu M (2008) Kavaklıdere Bozdoğan Bölgesindeki Kaynak Sularının Fizikokimyasal Açidan İncelenmesi. Muğla Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, 58-60, Muğla.
- Keeney DR (1982) Nitrogen Management for Maximum Efficiency and Minimum Pollution. Nitrogen in Agricultural Soils, Asa, 605-650. Madison.
- Kılıç S (2008) Küresel İklim Değişikliği Sürecinde Su Yönetimi. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi. 3, İstanbul.
- NRC (1981) Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. National Academy Press Washington, D.C.
- NRC (1984) Nutrient Requirement of Poultry. Eighth Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC (1985) Nutrient Requirements of Sheep Sixth Revised Edition, National Academy Press Washington, D.C.
- NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition, National Academy Press Washington, D.C.
- Parker DB, Brown MS (2003) Livestock and Poultry Production, Water Consumption for Encyclopedia of Water Science Edited by B.A. Steward and Terry A. Howell Dekker, Inc. Newyork-Basel.
- Parkın HP (2012) Germencik-İncirliova (Aydın) Çevresindeki Jeotermal Alanların Hidrojeolojik Ve Hidrojeokimyasal İncelenmesi, İv-V, 41-42, İzmir.
- Penland JG, Eberhardt MJ (1993) Effects of Dietary Boron and Magnesium on Brain Function of Mature Male and Female Longevans Rats. Journal of Trace Elements in Experimental Medicine 6: 53-64.
- Sweten JM, Faries FC, Loneragen JGH, Reagor JC (2003) Livestock Water Quality Standarts. Encyclopedia of Water Science Edited by B.A. Steward and Terry A. Howell. Dekker, Inc. Newyork-Basel.
- Uçmaklıoğlu S (2011) Aydın'da İçme Suyu Nitrit ve Nitrat Düzeylerinin Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (Ybks) İle Belirlenmesi. Aydın.
- Wirth F (1986) Curing Colour Formation and Colour Retention in Frankfurter-Type Sausages. Fleischwirtschaft 66(3): 354-358.
- Yıldız N (1996) Şanlıurfa İçme Suyu Siteminin Kalite Kontrol Parametreleri Açısından İncelenmesi. Harran Üniversitesi, 27-37, Şanlıurfa.

- Yılmaz NS (2013) Aydın ve Çevresindeki Jeotermal Sulardaki Bazı Elementlerin Ve İyonların İcp-Oes ve İc İle Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.
- Yurttaş Ö (2008) Ilıcabaşı Jeotermal Alanının (Aydın) Hidrojeolojisi. Aralık, 2008, İzmir Yüksek Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi, 42, İzmir.

Sorumlu Yazar

Mürsel ÖZDOĞAN
mozdogan@adu.edu.tr

Adnan Menderes Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü,
Güney Kampüsü, AYDIN

Geliş Tarihi : 9.8.2016
Kabul Tarihi : 4.11.2016