

Bursa Yöresinde Sığırların Yemlerinde, İçme Sularında ve Rumen İçeriğinde Nitrat, Nitrit ve Kanda Methemoglobin Düzeylerinin Araştırılması

H.Hüseyin ORUÇ** Selahattin CEYLAN***

Geliş Tarihi: 10.08.2000

Özet: Bu çalışmada sığırların beslenmesinde kullanılan yem ve yem hammaddeleri, içme suları ve sığırların rumen içeriğinde nitrat, nitrit ve kanda methemoglobin düzeylerinin araştırılması, belirlenen nitrat ve nitrit düzeylerinin hayvan ve insan sağlığı açısından taşıdığı risklerin irdelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada 119 yem ve yem hammaddesi, 28 içme suyu, 52 rumen içeriği ve 52 adet kan numunesi kullanıldı. Numuneler 28 sığır çiftliği ile Veteriner Fakültesi Çiftliği ve Kliniklerinden sağlandı. Yem ve yem hammaddeleri, içme suları ve rumen içeriklerindeki nitrat ve nitrit konsantrasyonları, kan numunelerindeki methemoglobin düzeyi spektrofotometrik yöntemlerle ölçüldü. Nitrat ve nitrit konsantrasyonları ölçüm birimi olarak nitrat ve nitrit azotu kullanıldı. Numunelerde minimal ve maksimal olarak 0-1731.66 ppm nitrat, 0-11.11 ppm nitrit bulundu. Ortalama nitrat düzeyleri, ppm olarak sığır süt yeminde 90.19 ± 17.95 , sığır besi yeminde 96.08 ± 19.49 , buzağı yeminde 69.62 ± 23.55 , buğday ve arpa samanında 210.06 ± 55.35 , yoncada 470.53 ± 141.09 , yulafta 330.86 ± 198.53 , çayır-mera otunda 50.87 ± 26.44 ve içme suyunda 6.58 ± 1.08 olarak belirlendi. Normal rasyonlarıyla beslenen 10 sağlıklı inekten alınan rumen içeriği numunelerinde ortalama nitrat ve nitrit düzeyleri sırasıyla yemlemeden önce 0.13 ± 0.01 ve 0.31 ± 0.03 ppm, yemlemeden 2.5 saat sonra 0.16 ± 0.01 ppm ve 0.27 ± 0.06 ppm; yemlemeden 5 saat sonra 0.16 ± 0.02 ppm ve 0.28 ± 0.06 ppm; methemoglobin konsantrasyonları, yemlemeden önce $\%2.52 \pm 0.22$, yemlemeden 2.5 saat sonra $\%2.04 \pm 0.12$ ve yemlemeden 5 saat sonra $\%2.41 \pm 0.38$ olarak tespit edildi. Veteriner Fakültesi Kliniklerine getirilen 22 sığırdan alınan rumen içeriklerinde ortalama 0.06 ± 0.07 ppm nitrat, 0.79 ± 0.18 ppm nitrit ve kanda $\%2.64 \pm 0.21$ methemoglobin bulundu.

Araştırmanın bulgularına göre, yem ve yem hammaddelerinde belirlenen nitrat ve nitritin sığırlarda akut bir zehirlenmeye yol açmayacak düzeylerde olduğu, ancak bazı numunelerin içerdiği nitrat ve nitrit miktarlarının subakut veya kronik bir zehirlenmeye yol açabileceği kanısına varıldı. İçme sularındaki nitrat ve nitrit düzeyleri hayvanların sağlığı açısından bir risk oluşturmamakla birlikte, numunelerin $\%21$ 'indeki nitrat konsantrasyonu insanlar için belirtilen sınır değerleri aşmaktadır. Methemoglobin düzeyleri normal limitler içinde ($\%0-3$) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Nitrat ve nitrit, Methemoglobin, Yem, İçme suyu, Sığır.

Research of Nitrate and Nitrite Levels in Feeds, Drinking Waters and Rumen Contents, and Methemoglobin Levels in the Blood Samples of the Cattle in Bursa Region.

Summary: The aim of this study was to determine nitrate and nitrite levels of the feed and feedstuff, drinking water and rumen fluid samples, and methemoglobin levels in blood of cattle, and to discuss the probable risk of the determined levels of the nitrates and the nitrites for animal and human health.

* Aynı adlı doktora tezinden özetlenmiştir.

** Araş. Gör. Dr.; Vet. Fak. Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı. Bursa-Türkiye

*** Prof. Dr.; Vet. Fak. Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı. Bursa-Türkiye

The samples used in the study were 119 feed and feedstuff, 28 drinking water, 52 rumen fluid and 52 blood specimen. The samples were supplied from 28 cattle farms and cattle from Veterinary Faculty Farm and Clinics. Nitrate and the nitrite levels of feed, drinking water, rumen fluid, and the methemoglobin levels of blood samples were determined by spectrophotometric methods. The nitrate and nitrite concentrations were evaluated as nitrate nitrogen and nitrite nitrogen units. Minimal and maximal concentrations were found between 0 and 1731.66 ppm nitrates, and 0 and 11.11 ppm nitrites in the samples. The mean levels of nitrate as ppm were 90.19±17.95 in the dairy cattle concentrate feed; 96.08±19.49 in the beef cattle concentrate feed; 69.62±23.55 in the calf concentrate feed; 210.06±55.35 in the wheat and barley straw; 470.53±141.09 in the alfalfa; 330.86±198.53 in the oat; 50.87±26.44 in the pasture grass, and 6.58±1.08 in the drinking water. The mean levels of nitrate and nitrite as ppm in the rumen fluid samples of 10 healthy cows that feeding with their normal ration were found to be 0.13±0.01 and 0.31±0.03 before feeding, 0.16±0.01 and 0.27±0.06 2.5 hours after, 0.16±0.02 and 0.28±0.06 5 hours after feeding respectively; methemoglobin concentrations were 2.52±0.22% before feeding, 2.04±0.12% 2.5 hours after and 2.41±0.38% 5 hours after feeding in the blood samples. The mean levels of nitrate and nitrite as ppm, and methemoglobin obtained from 22 cattle brought to the Veterinary Faculty Clinics were 0.06±0.07, 0.79±0.18 in the rumen fluid and 2.64±0.21% in the blood samples respectively.

It was concluded from the results that the nitrate and the nitrite levels found in the feeds and feedstuffs are not risky in respect to acute toxicity, however some of nitrate and nitrite concentrations of these samples can cause subacute or chronic toxicity in the animals. The nitrate and the nitrite in drinking waters do not have any risk for animal health, but some of drinking water samples have more nitrates than the tolerance limits for human health. Methemoglobin levels of the blood samples were found in the normal limits (0-3%).

Key Words: Nitrate and Nitrite, Methemoglobin, Feed, Drinking water, Cattle.

Giriş

Nitrat (NO_3^-) ve nitrit (NO_2^-), nitrojen siklusunun nitrifikasyon aşamasında, azot tutucu bakteriler vasıtasıyla doğal olarak oluşan inorganik iyonlardır. Azotun yalnızca fikse edilmiş formu olan nitrat ve amonyum (NH_4^+) bir çok bitki tarafından bitki proteininin oluşumunda kullanılır. Nitrat kaynakları, başlıca noktasal olmayan ve noktasal olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Noktasal olmayan kaynakları tarımsal faaliyetler, yerleşim bölgeleri ve diğer faktörler (fosil yakıtların yakılması, endüstri ve tarım uygulamaları sonucunda ortaya çıkan ve azot içeren gazlar) oluşturur. Noktasal kaynaklar, üretim aşamasında nitrat kullanan endüstri işletmeleridir^{14,28,29,42}.

Yem bitkilerinde nitrat birikiminde bir çok etken rol oynar. Kuraklık, yetersiz ışık, bitki türü, bitki dokusunun zarar görmesi, azotlu gübrelerin kullanımı bitkilerde nitrat birikimini artırır. Ayrıca 2,4-Dikloro fenoksiasetik asit ve 2,4,5-Trikloro fenoksiasetik asit herbisidlerin özellikle bitkilerin erken gelişme dönemlerinde uygulanması bitkilerde nitrat birikimini artıran faktörlerdir. Genel olarak nitrat biriktirdiği bilinen yem bitkileri yonca (*Medicago sativa*), arpa (*Hordeum vulgare*), mısır (*Zea maize*), keten tohumu (*Linum usitatissimum*), darı (*Panicum miliaceum*), yulaf (*Avena sativa*), kolza (*Brassica napus*), çavdar (*Secale cereale*), soya fasulyesi (*Glycine max*), sorgum (*Sorghum halepense*),

sudan otu (*Sorghum vulgare*), şeker pancarı (*Beta vulgaris*), tatlı yonca (*Melilotus officinalis*) ve buğday (*Triticum aestivum*)'dır^{28,33,34}.

Yem, yem hammaddeleri ve içme sularındaki nitrat ve nitrit düzeyleriyle ilgili yurt dışında ve Türkiye'de yerel ve geniş kapsamlı bazı çalışmalar yapılmıştır. Fransa'nın batı bölümündeki 50 çiftlikten sağlanan 148 mısır silajında ortalama 376 mg/kg nitrat saptanmıştır¹⁸. Değişik illerden sağlanan 49 yem numunesinde, nitrat ve nitrit düzeyleri sırasıyla 185-1195 ppm ve 10-66.6 ppm arasında³⁰; Ankara'da, 43 yem numunesinde yapılan bir çalışmada²⁰, ortalama olarak besi yeminde 190.97±20.13 ppm nitrat, 1.275±0.02 ppm nitrit tespit edilmiştir. Türkiye'de uygulanan Yem Yönetmeliği'nde yemlerdeki nitrat düzeyleriyle ilgili bir sınırlama bulunmazken, karma yemlerde ve balık ununda bulunmasına izin verilen nitrit düzeyi sodyum nitrit olarak sırasıyla 15 ve 60 ppm'dir^{3,6}. İçme suları da insanlar ve çiftlik hayvanları için nitrat içeriğine bağlı olarak zehirlenmeye neden olabilir. Gübreler, hayvan atıkları, direkt nitrat ve nitrit kaynakları ve bozulmuş organik maddeler suyu kontamine edebilir. Derin olmayan ve iyi izole edilmeyen kuyular kolaylıkla kontamine olabilirken, derin kuyular ve su kaynakları daha az kontamine olur. A.B.D.'nde 605 domuz çiftliğinde, toplam 631 kuyu suyunda nitrat düzeylerinin 0.25 ile 111.17 ppm arasında; nitritin ise 0.15 ile 7.90 ppm arasında değiştiği

belirtilmiştir¹⁰. Omurtag²⁶, İstanbul'da 7 adet kaynak suyunda nitrat düzeylerini 2.20-46.5 ppm; 3 adet kuyu suyunda 2.2-305.5 ppm; 3 adet artezyen suyunda 6.2-81.9 ppm; 3 adet musluk suyunda 1.8-59.3 ppm; 2 adet dere suyunda 4.4-27.9 ppm ve 7 adet baraj suyunda 1.8-32.3 ppm arasında bulmuştur. Van'da 50 adet kaynak suyunun %84'ünde ortalama 13.26 ppm, 40 adet kuyu suyunun %92.5'inde ise ortalama 70.8 ppm nitrat, düşük düzeylerde de nitrit saptanmıştır¹². Elazığ'da yapılan bir çalışmada³¹, kuyu sularında 4.92-196.55 ppm arasında nitrat, 0.14-2.8 ppm arasında nitrit tespit edilmiş, kaynak sularında ise nitrat düzeylerinin 5.41-88.56 ppm arasında değiştiği belirtilmiştir. Bursa'da yapılan bir çalışmada⁴³, tavuk çiftliklerinin içme sularındaki nitrat düzeylerinin 1.5-129.5 ppm arasında olduğu bildirilmiştir. Nitrat kaynaklarının kontrolünün iyi yapılmadığı durumlarda, nitrat başlıca su ve toprak vasıtasıyla yüzey sularına ve yeraltı sularına ulaşır. Nitrat ve nitritler yüzey sularında, içme sularında, bitkilerde ve alınan diğer besin maddelerinde belirli düzeyleri aştığında, doğrudan veya dolaylı olarak etkilerini çevre, insan ve hayvan sağlığı üzerinde gösterir.

Çiftlik hayvanlarında en sık rastlanan zehirlenme kaynağı yem bitkileridir. Hayvanlar tür ve yaşa bağlı olarak nitrat ve nitritle zehirlenmeye karşı farklı duyarlılıklara sahiptir. Çiftlik hayvanlarından duyarlı olanları sığır, koyun, keçi ile at ve domuz gibi tek mideli hayvanlardır. Genç hayvanlar genellikle daha duyarlıdır^{5,8}. Nitratla akut zehirlenme normal şartlarda nadiren oluşmaktadır. Yemlerde akut zehirlenmeye neden olabilecek potansiyel nitrat miktarı 2260 ppm (kuru maddede nitrat azotu olarak) ve üzeri olarak bildirilmiştir^{28,34}. İçme sularında bulunan nitrat ve nitrit miktarları da önemlidir. Çiftlik hayvanlarının içme sularında maksimum kabul edilebilir nitrat konsantrasyonu 100 ppm nitrat azotu olarak bildirilmektedir^{1,24,28,34}. Genellikle ruminantlarda nitratla akut zehirlenmede methemoglobin düzeyi %50-90 arasındadır. Nitratla subakut ve kronik zehirlenmede yemlerde 800-2000 ppm nitrat azotu bulunması gerekmektedir^{5,8,28}.

Özellikle sığırlarda nitratla akut zehirlenme olayları, dünyanın her yerinde zaman zaman oluşmakta ve büyük kayıplara neden olabilmektedir. Howard¹⁶, 1986 yılında %6 potasyum nitrat içeren yabancı kuru otlarla beslenen 18-20 düvenin öldüğünü bildirmiştir. Kanada'da

1988 yılında, 16 besi sığırı otlakta ölü olarak bulunmuş; yapılan araştırmalarda, suların nitrat içeren gübrelerle kontamine olduğu belirlenmiştir⁴⁴. Kanada'da 1989 yılında yeşil yulaf balyasıyla beslenen 44 sığırdan 6'sı beslenmeyi takip eden 5 ve 6. saatlerde ölmüş; yeşil yulaf balyasının analizinde 18000 ppm nitrat iyonu ve 15500 ppm nitrit iyonu saptanmıştır³⁷. A.B.D.'nde Newton yakınlarında bir çiftlikte, akşam saman verilen kuru dönemdeki ineklerden üç tanesi sabah ölü bulunmuş; hayvanlara yedirilen saman balyalarında 31000 ppm nitrat iyonu tespit edilmiştir⁷. İsrail'de, 1992-1997 yılları arasında, sığırlarda nitratla 4 akut zehirlenme olayında toplam 48 hayvan ölmüş, 28 gebe inekte abort yapmıştır⁴². Şanlı ve arkadaşları³⁸, Isparta yöresinde fazla nitratla bulaşık yemlerle beslenen ineklerin buzağularında A avit aminoza bağlı amorozis meydana geldiğini belirtmiştir.

Bu araştırmayla, tarım faaliyetlerinin yoğun olduğu Bursa yöresinde kullanılan kaba ve konsantre yemler ile içme sularındaki nitrat, nitrit düzeylerinin belirlenmesi ve bu düzeylerin hayvan ve insan sağlığı açısından taşıdığı risklerin irdelenmesi; sığırların rumen içeriğindeki nitrat, nitrit miktarlarının alınan yem ve rumendeki sindirim aşamalarına göre değişimi ve methemo-globin düzeylerine etkisi, ayrıca sığırların kanlarındaki methemoglobin düzeylerinin belirlenerek normal düzeylerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Araştırma materyali olarak yem, içme suyu, rumen içeriği ve kan numuneleri kullanıldı. Numuneler 1997 yılı temmuz ayı ile 1998 yılı haziran ayını kapsayan bir yıllık periyot içinde alındı ve analizleri yapıldı. Yem ve su numuneleri, Bursa yöresinde 18 farklı yerleşim biriminde belirlenen 28 adet sığır çiftliğinden sağlandı. Sığır çiftliklerinden 23 süt yemi, 22 besi yemi, 8 buzağı yemi, 23 saman, 13 yonca, 7 yulaf ve 4 adet çayır otundan oluşan 7 ana çeşit yem numunesi; 15 yer altı kuyu suyu (10 metreden daha fazla derinlikte bulunan kuyu suları), 4 keson kuyu suyu (10 metreden daha az derinliğe sahip olan kuyu suları), 4 şehir şebekesi suyu, 3 kaynak suyu ve 2 köy şebekesi suyu (kaynağından bir süre akıtıldıktan sonra bir litrelik, temiz pet şişelere) alındı. Veteriner

Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan 2-4 yaş arası, holştayn ırkı 10 sütçü inekten günde üç defa olmak üzere toplam 30 adet ve ayrıca Veteriner Fakültesi Klinikleri'ne tedavi amacıyla getirilen ve sahibinden izin alınabilen bazı çiftliklerdeki 22 sığırdan toplam 52 rumen içeriği numunesi (vakum pompası vasıtasıyla negatif basınç oluşturularak, rumen sondasıyla); rumen içeriği numunelerinde belirtildiği gibi toplam 52 adet kan numunesi lityum- heparinli tüplere alındı. Su, rumen içeriği ve kan numuneleri soğutucu içinde laboratuvara getirildi ve aynı gün içinde analizleri yapıldı (rumen içeriği hariç).

Yem bitkileri ile karma ve konsantre yemlerdeki nitrat ve nitrit tayini için, temel olarak Sen ve Donaldson³⁶ tarafından bildirilen yöntem kullanıldı. Nitrat ve nitrit için standart eğrinin hazırlanmasında standartların, kadmiyum kolonunun duyarlılık sınırları olan litrede 0.01 mg ile 1 mg arasında olmasına dikkat edildi. Yemlerdeki nitrat içeriği nitrat azotu olarak (NO₃-N) ve kuru madde üzerinden hesaplandı. Çiftliklerden alınan su numuneleri spektrofotometrik bir yöntemle¹⁵, nitrat ve nitrit kitleri ile analiz edildi. Rumen içeriğindeki nitrat

ve nitrit analizinde Kemp ve arkadaşları²² tarafından bildirilen yöntem kullanıldı. Ayrıca analizlerin bazı aşamalarında Kaya¹⁹ tarafından Schneider ve Yeary³⁵ ile Kaam ve arkadaşlarının¹⁷ bildirdiği yöntemlerden modifiye edilen yöntemden de yararlanıldı. Methemoglobin tayini için kolorimetrik bir yöntem⁴⁰ kullanıldı.

Araştırma Sonuçları

Sığır çiftliklerinden alınan yem ve su numunelerinde belirlenen nitrat düzeyleri Tablo I ve II'de; Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yetiştirilen ineklerden günde üç defa alınan rumen içeriğinde saptanan ortalama nitrat, nitrit ve kan numunelerinde belirlenen ortalama methemoglobin düzeyleri Tablo III'de gösterilmiştir.

Veteriner Fakültesi Kliniklerine getirilen ile izin alınabilen bazı çiftliklerdeki sığırların rumen içeriği örneklerinde bulunan nitrat düzeyi ortalaması 0.06±0.07 ppm, nitrit 0.79±0.18 ppm, methemoglobin %2.64±0.21 ve rumen pH ortalaması 7.09±0.15 olarak belirlendi.

Tablo III. Zamana göre rumen içeriğinde nitrat, nitrit, pH ve kandaki

Tablo I. Yemlerde NO₃-N olarak tayin edilen nitrat düzeyleri (Kuru maddede, ppm).

Yem türü	n	Ortalama	Minimum	Maksimum
Süt yemi	23	90.19±17.95	8.89	271.11
Besi yemi	22	96.08±19.49	3.33	276.11
Buzağı yemi	8	69.62±23.55	4.00	164.00
Buğday ve arpa samanı	23	210.06±55.35	13.33	1036.67
Yonca *	13	470.53±141.09	42.77	1731.70
Kuru yonca	10	399.20±164.09	42.77	1731.66
Yeşil yonca	3 **	708.33±277.43	208.33	1166.66
Yulaf *	7	330.86±198.53	26.66	1478.30
Kuru yulaf	6	139.62±63.09	26.66	413.33
Mera-çayır otu*	4 **	50.87±26.44	7.70	123.20
Kuru mera-çayır otu	3 **	26.76±15.37	7.70	57.20

Not: Birer adet yeşil yulaf ve yeşil mera-çayır otu numunelerinde sırasıyla 1478.26 ve 123.20 ppm nitrat saptanmıştır.

* Bu yem çeşitlerinin kuru ve yeşil numunelerinde tespit edilen düzeyler toplamının ortalama, minimum ve maksimum değerleridir.

** Numune sayısının düşük olmasının nedeni, 28 sığır çiftliğinde bu yem çeşitlerinden ancak bu sayıda kullanılmakta olmasıdır.

Tablo II. Su kaynaklarında belirlenen nitrat ve nitrit düzeyleri (ppm).

Su kaynağı	n	Nitrat (NO ₃ -N)			Nitrit (NO ₂ -N)		
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum
Yer altı kuyu suyu	15	5.43 ± 1.13	0.50	14.50	0.019±0.009	–	0.110
Keson kuyu suyu	4	14.62 ± 2.56	8.50	20.00	0.167±0.109	–	0.465
Kaynak suyu	3	11.16 ± 1.96	8.50	15.00	0.006±0.003	–	0.010
Şehir şebekesi suyu	4	0.62 ± 0.12	0.50	1.00	–	–	–
Köy şebekesi suyu	2	4.25 ± 3.75	0.50	8.00	0.005±0.005	–	0.010
Toplam	28	6.58±1.08	0.50	20.00	0.035±0.018	–	0.465

“ – ” Yöntemin duyarlılık sınırları içinde tespit edilememiştir.

methemoglobinin ortalama düzeyleri.

Saatler	n	Ortalama nitrat (NO ₃ -N, ppm)	Ortalama nitrit (NO ₂ -N, ppm)	Ortalama pH	Ortalama MHb* (%)
0*	10	0.13±0.01	0.31±0.03	7.00±0.00 ^a	2.52±0.22
2.5	10	0.16±0.01	0.27±0.06	5.90±0.10 ^b	2.04±0.12
5	10	0.16±0.02	0.28±0.06	7.20±0.20 ^a	2.41±0.38

* Methemoglobin

** Yemlemeden önceki numune alım zamanını göstermektedir.

a, b: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P < 0.05).

Tartışma

Bu çalışmada bulgular nitrat azotu ve nitrit azotu ölçüm birimine göre belirlenmiştir. Bu nedenle bulguların sağlıklı olarak karşılaştırılması ve yorumlanması için, diğer araştırmacıların bulguları nitrat azotu veya nitrit azotundan farklı bir ölçüm biriminde verilmişse, bunlar nitrat ve nitrit azotuna çevrilerek değerlendirilmiştir.

Sığır çiftliklerinde kullanılan sığır süt yemi numunelerinin nitrat analizinde elde edilen ortalama sonuç Kars yöresinde²³ ve Ankara'da²¹ aynı tür yemlerde yapılan çalışmalarda belirlenen (sırasıyla 58.62 ve 67.18 ppm) nitrat miktarları ortalamasına göre yüksek, Pirinççi ve Acet'in³⁰ bulgularına göre belirgin oranda düşüktür. Nitrit saptanabilen numunelerdeki miktarlar, Pirinççi ve Acet'in bulgularına göre oldukça düşüktür ve Yem Yönetmeliği'nin^{3,6} nitrit için uyguladığı sınırın altında kalmaktadır. Sığır besi yemlerinin ortalama nitrat düzeyinin Kars'ta Liman ve Doğan²³ tarafından bulunan (95.26 ppm) nitrat miktarıyla benzer, Kaya ve arkadaşlarının²¹ Ankara'da belirlediği (51.25 ppm) düzeyden yüksek, Pirinççi ve Acet³⁰ tarafından tespit edilen miktara göre düşük olduğu görülmektedir. Bursa'da buzağı yemlerindeki nitrat ve nitrit miktarları Pirinççi ve Acet'in³⁰ bildirdiği sonuçlara göre oldukça düşük kalmaktadır. Konsantre yemlerdeki nitrat ve nitrit düzeyleriyle ilgili olarak Türkiye'de yapılmış çalışmalar bulunmakla birlikte, yurt dışında yapılmış çalışmalara rastlanamamıştır. Buğday ve arpa samanlarındaki nitrat ve nitrit miktarları Kars'ta²³ elde edilen sonuçlardan belirgin oranlarda yüksektir. Kuru yonca numunelerinde belirlenen nitrat miktarı A.B.D.'nde³⁴ elde edilen miktarla (550 ppm) benzerlik göstermektedir. Kuru yulaf ve kuru mera-çayır otunda saptanan nitrat miktarları, Rasby ve arkadaşları³⁴ tarafından bildirilen nitrat değerlerinden oldukça düşüktür.

Mera-çayır otu, yonca ve yulaftaki nitrat düzeylerinin A.B.D.'nde bildirilen bu düzeylerden oldukça düşük olmasının nedenleri arasında, Puckett³² tarafından da bildirildiği gibi, bu ülkedeki atmosferik azot birikiminin ve azotlu gübre kullanımının fazla olması ile hayvan dışkılarının çevrede yaygın olarak bulunması gösterilebilir.

Elde edilen bulgulara göre, Bursa'daki sığır süt yemi, besi yemi, buzağı yemi, kuru yulaf ve mera-çayır otu gibi bazı yem numunelerindeki nitrat ve nitrit düzeylerinin yalnız başına, hayvanlarda akut veya kronik bir zehirlenmeye neden olması mümkün görülmemektedir^{5,13,28,34}. Ancak, bazı buğday ve arpa samanı ve yonca numuneleri kronik bir zehirlenmeye neden olabilecek nitrat içeriğine sahiptir. Türkiye'de uygulanan Yem Yönetmeliği'ne^{3,6} göre nitrit için üst sınır olan 3.05 ppm'i (nitrit azotu olarak), bazı çiftliklerden alınan buğday ve arpa samanı ve yonca numunelerindeki nitrat miktarları aşmış durumdadır. Bir adet olan yeşil yulaf numunesinde saptanan nitrat miktarının (1478.26 ppm), literatür verilerine göre yalnız başına nitratla kronik bir zehirlenmeye neden olabileceği görülmektedir^{5,28,34}. Ayrıca saman, yonca, yulaf, çayır otu gibi kaba yem bitkilerindeki nitrat konsantrasyonlarının süt yemi, besi yemi, buzağı yemi gibi konsantre yemlerin nitrat konsantrasyonları ortalamalarından belirgin oranda (yaklaşık 3 katı) yüksek olduğu, yeşil yem bitkilerindeki nitrat içeriklerinin genellikle kuru olanlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Genel olarak çiftliklere göre bir değerlendirme yapıldığında çiftliklerin %25'indeki yem numunelerinin subakut veya kronik bir etkiye neden olabilen düzeyler olan 800-2000 ppm nitrat azotu içerdiği görülmektedir⁵.

Bursa'daki sığır çiftliklerinden alınan su numunelerinin bir kısmı insanlar tarafından da içme suyu olarak kullanılmaktadır. Bu numunelerin %21'indeki nitrat miktarları, insanlar için izin verilen sınır değeri^{2,13,24} aşmaktadır. İçme suyu numunelerinin analiz sonuçları diğer çalışmalara karşılaştırıldığında, Bursa'da yer altı ve keson kuyu suyundaki nitrat ve nitrit miktarları ile Ankara'da⁴¹, Van'da¹², Elazığ'da³¹ bulunan miktarlar arasında çok önemli farklar olmadığı görülmektedir. Kaynak suyunun nitrat düzeyleri Van'da¹² ve Elazığ'da³¹ elde edilen düzeylerden yüksektir; bu durum Bursa'da Ankara ve Van'a göre tarım alanlarının çok fazla ve verimli olması nedeniyle daha fazla

sayıda ekim yapılması ve daha fazla azotlu gübre kullanılmasından kaynaklanabilir. Bursa'daki kuyu suyu nitrat düzeyleri, A.B.D.'nde kuyu sularında yapılan iki ayrı çalışmada^{10,11} bildirilen sonuçlarla ve ayrıca Olson ve arkadaşlarının²⁵, A.B.D.'nde Kansas bölgesindeki kuyu suyu nitrat düzeyleriyle genel olarak benzerlik göstermektedir.

Sığır çiftliklerindeki kuyu sularının nitrat düzeyleri, DSİ'nin⁴ toplam 19 adet kuyudan aldığı numunelerin nitrat ortalamasından yüksektir. Bu durumun olası nedenleri arasında, keson kuyu sularıyla ilgili olarak belirtildiği gibi, sığır çiftliklerinin ve kuyularının bulunduğu yerlerin genellikle tarım arazilerinin içinde olması, aynı zamanda hayvan atıklarının da sızıntı yapması gösterilebilir. Sığır çiftliklerinde kullanılan içme suyu numunelerinin nitrat düzeyleri literatür verileriyle^{1,27,34} karşılaştırıldığında, Tablo II'de görüldüğü gibi 100 ppm'i geçen numune bulunmadığından, Bursa'da sığırların içme sularındaki nitrat ve nitrit düzeylerinin hayvanlarda bir risk oluşturmayacağı görülmektedir.

U.Ü. Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde 10 inekten alınan rumen içeriklerinin (Tablo III) nitrat, nitrit konsantrasyonlarının düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun olası nedeni, ineklerin beslenmesinde kullanılan süt yemi, saman ve sularındaki nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının oldukça düşük olmasıdır. Sabah yemlemeden önce, yemlemeden yaklaşık 2.5 saat ve 5 saat sonra alınan rumen içeriklerinin nitrat, nitrit ve aynı saatlerde alınan kanda methemoglobin düzeyleri arasında istatistikî yönden önemli bir fark görülmemektedir. Hayvanlarda saptanan ortalama methemoglobin düzeyleri sığırlarda ortalama methemoglobin miktarları olarak verilen %0-3^{5,9,39} sınırları içindedir. Kliniklere tedavi amacıyla getirilen ve sahibinden izin alınabilen bazı çiftliklerdeki 22 sığırdan alınan rumen içeriklerinin nitrat ve nitrit miktarları oldukça düşük olarak tespit edilmiştir. Ortalama %2.64±0.21 olan methemoglobin düzeyi normal sınırlar içindedir^{5,9,39}.

Sonuç olarak sığır süt yemi, besi yemi, buzağı yemi, yulaf, mera-çayır otu ve içme suyu numunelerinde belirlenen nitrat ve nitrit düzeylerinin hayvanlarda akut zehirlenme açısından herhangi bir risk taşımadığı, ancak çiftliklerin %25'inde kullanılan bazı buğday ve arpa samanı, yonca ve yulaf numunelerinin,

hayvanlarda subakut veya kronik zehirlenmeye neden olabilecek miktarlarda nitrat ve nitrit içerdiği belirlenmiştir. İnsanlar için içme suyu olarak da kullanılabilen bu suların %21'inde, insan sağlığını tehdit edebilecek konsantrasyonlarda nitrata rastlanmıştır. Analizlerini yaptığımız kan numunelerindeki methemoglobin düzeyleri normal sınırlar içinde bulunmuştur.

Kaynaklar

1. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA): Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies. 4th ed., McGraw-Hill (1990).
2. ANONYMOUS: TS 266 İçme Suyu Standartları, Ankara (1986).
3. ANONYMOUS: Yem Kanunu, Yem Yönetmeliği ve Tebliğler Kitabı. Yem Sanayicileri Birliği Yayını, No 15: 48 (1997), (05.09.1991 tarihli Resmi Gazete).
4. ANONYMOUS: DSİ Bursa Bölge Müdürlüğü, Su Kalite Arşivi (1998).
5. BARTIK, M., PISKAC, A.: Veterinary Toxicology. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-Newyork, 47-59 (1981).
6. BAYDAN, E., KAYA, S., YAVUZ, H., BİLGİLİ, A.: Laboratuvar analiz sonuçlarının değerlendirilmesi. Türk Vet. Hek. Derg., 7 (4): 36-45 (1995).
7. BROWN, C.M., BURROWS, G.E., EDWARDS, W.C.: Nitrate intoxication. Vet. Human Toxicol., 32 (5): 481- 482 (1990).
8. BRUNING-FANN, C.S., KANEENE, J.B.: The effects of nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds on animal health. Vet.Human Toxicol. 35 (3): 237-253 (1993).
9. BRUNING-FANN, C.S., KANEENE, J.B.: The effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds on human health: A Review. Vet. Human Toxicol., 35 (6): 521-538 (1993).
10. BRUNING-FANN, C., KANEENE, J.B., MILLER, R.A., GARDNER, I., JOHNSON, R., ROSS, F.: The use of epidemiological concepts and techniques to discern factors associated with the nitrate concentration of well water on swine farms in the USA. Sci. Total Environ., 153 (1-2): 85-96 (1994).
11. BRUNING-FANN, C.S., KANEENE, J.B., LLOYD, J.W., STEIN, A.D., THACKER, B., HURD, H.S.: Associations between drinking-water

- nitrate and the productivity and health of farrowing swine. *Preven. Vet. Med.*, 26 (1): 33-46 (1996).
12. DAĞOĞLU, G., BİLDİK, A., AKSOY, A.: Van Yöresi'nde sulara nitrat ve nitrit düzeyi. *F.Ü. Sağ. Bil. Derg.*, 9 (2): 240-244 (1995).
 13. DİNGİLYAN, B., SÖĞÜT, S., ÖZEN, M.: Yeni çıkan içme suyu yönetmeliğinin uygulamaya geçişi ile su tahlil sonuçlarının yorumlanması. *Arıtım Dünyası*, Mayıs- Haziran'98, 65-69 (1998).
 14. ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 5: Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds. WHO Geneva (1977).
 15. HACH COMPANY: Cadmium Reduction Method, Mr, Hr, Spectrophotometer DR/ 2000 Handbook, Lit. 7013, Loveland, Colorado (1990).
 16. HOWARD, J.L.: *Current Veterinary Therapy, Food Animal Practise 2*. W.B. Saunders Company, 388 (1986).
 17. KAAM,L., Mc KEOWN.G.G., MARISON SMITH,O.:New colorimetric method for the determination of the nitrate and nitrite content of baby foods. *JAOAC*, 48:892-897 (1965).
 18. KAMMERER, M., POLIGUEN, H., PINAULT, L.: Nitrate content in maize silage. *Annales de Zootechnie*, 41 (2): 231-235 (1992).
 19. KAYA, S.: Yem ve yem hammaddeleri ile bazı biyolojik sıvılarda nitrit ve nitrat analizi. *A.Ü. Vet.Fak.Derg.*, 31 (1): 15-27 (1984).
 20. KAYA, S.: Yem ve yem hammaddelerinde nitrat ve nitritler. *A.Ü.Vet. Fak. Derg.*, 32 (3): 507-517 (1985).
 21. KAYA, S., BİLGİLİ, A., LİMAN, B.C., DOĞAN, A.: Çeşitli yem ve yem ham maddelerindeki nitrat ve nitrit düzeyleri üzerine bir çalışma. *A.Ü. Vet. Fak. Derg.* 36 (2): 455-466 (1989).
 22. KEMP, A., GEURINK, J.H., HAALSTRA, R.I., MALESTEIN, J.: Nitrate poisoning in cattle. 2. Changes in nitrite in rumen fluid and methemoglobin formation in blood after high nitrate intake. *Neth. Agr. Sci.*, 25: 51-62 (1977).
 23. LİMAN, B.C., DOĞAN, A.: Kars bölgesinde tüketime sunulan yemlerde nitrat ve nitrit düzeyleri. *Vet. Bil. Derg.*, 10 (1-2): 139-142 (1994).
 24. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES: The health effects of nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds. Washington, D.C., National Academy Press (1981).
 25. OLSON, J.R., OEHME, F.W., CARNAHAN, D.L.: Nitrate levels in water and livestock feeds. *Vet. Med./Small Anim. Clinic.*, 67 (3):257-260 (1970).
 26. OMURTAG, G.Z.: Marmara ve Trakya Bölgesindeki Yeraltı ve Yüzey Sularının Sentetik Gübre Atıklarıyla Kirlenmesi Bakımından Nitrat Düzeylerinin Saptanması. Doktora Tezi, İ.Ü. Sağ. Bil. Enst. (1992).
 27. ORGERON, J.D., MARTIN, J.D., CARAWAY, C.T., MARTINE, R.M., HAUSER, G.H.: Methemoglobinemia from eating meat with high nitrite content. *Public Health Rep.*, 72 (3): 189-193 (1957).
 28. OSWEILER,G.D., CARSON, T.L., BUCK,W.B., VAN GELDER, G.A.: *Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology*, 3rd ed., Kendall- Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 460-466 (1985).
 29. PAERL, H.W.: Emerging role of atmospheric nitrogen deposition in costal eutrophication: Biogeochemical and trophic perspectives. *Can J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 2254-2269 (1993).
 30. PİRİNÇCİ, İ., ACET, A.: Yemlerde nitrat ve nitrit düzeyleri ile ilgili çalışmalar. *A.Ü.Vet. Fak. Derg.*, 31 (1): 41-52 (1984).
 31. PİRİNÇCİ, İ., SERVİ, K.: Elazığ Bölgesi'nde kullanılan sulara nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *F.Ü. Sağ. Bil. Derg.*, 7 (1): 91-100 (1993).
 32. PUCKETT, L. J.: Nonpoint and point sources of nitrogen in major watersheds of the United States. U.S. Geological Survey Water Resources Investigation Report 94-4001. U.S. Geological Survey, Reston, VA (1994).
 33. RADELEFF, R. D.:*Veterinary Toxicology*, 2nd ed, Lea & Febiger Philadelphia, 176-178 (1970).
 34. RASBY, R., ANDERSON, B., SCHNIDER, N.: Nitrates in livestock feeding. *NebGuide. Cooperative Extension*, G-74-170-A13 (1996).
 35. SCHNEIDER, N.R., YEARY, R.A.: Measurement of nitrite and nitrate in blood. *Am. J. Vet. Res.*, 34 (1): 133-135 (1973).
 36. SEN, N.P., DONALDSON, B.: Improved colorimetric method for determining nitrate and nitrite in foods. *J.A.O.A.C.*, 61 (6): 1389-1394 (1978).
 37. SMITH, R.A., SULEIMAN. A.: Nitrite intoxication from large round bales. *Vet. Human Toxicol.*, 33 (4): 349-350 (1991).
 38. ŞANLI,Y.,KOÇ,B.,İMREN,H.Y.,KAYA,S., KAHRAMAN, M.:Isparta yöresinde doğmuş buzağılarda görülen amorozis olguları ile gebe ineklerde karşılaşılan kronik nitrat zehirlenmeleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi.*A.Ü.Vet.Fak.Derg*,30 (4):657-673 (1983).

39. ŞANLI, Y., KAYA, S., PİRİNÇCİ, İ., YAVUZ, H., BAYDAN, E., DEMET, Ö., BİLGİLİ, A.: Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayınevi, Ankara (1995).
40. VIRGIL, F.F.: Hemoglobin, hemoglobin derivatives, and myoglobin, In NORBERT, W.T.: Fundamentals of Clinical Chemistry. 2nd ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, 409-418 (1976).
41. YAVUZ, H., KAYA, S., AKAR, F.: Hayvanlarda içme suyu olarak kullanılan kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeyleri. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 40 (1):16-22 (1993).
42. YERUHAM, I., SHLOSBERG, A., HANJI, V., BELLAICHE, M., MARCUS, M., LIBERBOIM, M.: Nitrate toxicosis in beef and dairy cattle herds due to contamination of drinking water and whey. Vet. Human Toxicol., 39 (5): 296-298 (1997).
43. YILMAZ, O., SONAL, S., CEYLAN, S.: Bursa Yöresi tavuk çiftliklerinin içme sularındaki nitrat düzeyleri. U.Ü. Vet. Fak. Derg., 3 (12): 20-23 (1993).
44. YONG, C., BRANDOW, R.A., HOWLETT, P.: An unusual cause of nitrate poisoning in cattle. Can. Vet. J., 31 (2): 118 (1990).