



KIRIKKALE İLİNDE RUMİNANT İŞLETMELERİNDEN ALINAN SULARDA NİTRAT, NİTRİT VE AMONYUM SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

Hatice AKAY SARIKAYA^{1*}, Ebru YILDIRIM², Emine BAYDAN³

¹Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, 06852, Ankara, Türkiye

²Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, 71450, Kırıkkale, Türkiye

³Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, 06110, Ankara, Türkiye, Türkiye

Özet: İçme suyundaki organik maddelerin insan ve hayvan sağlığı açısından zarar vermeyecek düzeyde olması önem arz etmektedir. Bu çalışma, Kırıkkale ili sınırları içerisindeki 59 büyükbaş hayvan işletmesinden temin edilen sulara, bazı inorganik maddelerin (nitrat, nitrit, amonyum) seviyelerinin belirlenmesi ve bu materyalleri tüketen hayvanların sağlığına olumlu veya olumsuz etki yapacak düzeyde olup olmadıkları konusunda fikir sahibi olabilmek amaçlanarak yapılmıştır. Numunelerin analizinde iyon kromatografi cihazı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında tespit edilen ortalama değerler; nitrit için 2 numune (%3,39) pozitif 1,64±1,61 ppm, nitrat için 59 numune(%100) pozitif 42,35±38,87 ppm ve amonyum için 3 numune (%5,08) pozitif 22,86±12,38 ppm olarak tespit edilmiştir. Nitrit için değerler sulara 0,50-2,79 ppm aralığında olup 2 numune (%3,39) 0,5 ppm düzeyini aşmıştır. Hiçbir değer 10 ppm düzeyini aşmamıştır. Nitrat yönünden toplanan 59 su numunesinin 19'u (%32,20) içme suyu için belirlenen 50 ppm, 7 su numunesi (%11,86) hayvanlar için limit değer olarak önerilen 100 ppm, 5 su numunesi (%8,47) ise hayvanlar için kronik zehirlenme oluşturan 125 ppm sınır değerini aşmıştır. Toplanan su numunelerinden 3 (%5,08) adedinde amonyum 0,5 ppm düzeyini aşmıştır. Sonuç olarak, hayvanlar tarafından tüketilen suların hayvancılık işletmelerinin ekonomik düzeyini artırması amacıyla kontrol altında tutulması uygun olacaktır.

Anahtar kelimeler: Amonyum, İnorganik maddeler, Nitrit, Nitrat, Ruminant, Su


Determination of Nitrate, Nitrite and Ammonium in Water Collected from Ruminant Farms in Kırıkkale Province


Abstract: The organic substances in drinking water should be at a level that will not harm human and animal health. This study was carried out with the aim of determining the levels of some inorganic substances (nitrite, nitrate, ammonium) in the water taken from 59 cattle farms within the borders of Kırıkkale Province and to have an idea whether they are at a level that will have a positive or negative effect on the health of the animals consuming these materials. The analyses were performed by ion chromatography device. The average values determined were as follows: nitrite was found in 2 (3.39%) samples with an average of 1.64±1.61 ppm, nitrate was found in 59 (100%) samples with the average value of 42.35±38.87 ppm, and ammonium was found in 3 (%5.08) samples with an average value of 22.86±12.38 ppm. Levels for nitrite were in the range of 0.50-2.79 ppm, and 2 (%3.39) samples exceed the level of 0.5 ppm. No sample exceed the level of 10 ppm which can pose a risk for animals. In 19 (32.20%) of the 59 samples nitrate level exceeded the level of 50 ppm, in 7 (11.86%) samples nitrate levels exceed the level of 100 ppm which is the recommended limit level for animals, and in 5 (8.47%) samples nitrate level exceeded the level of 125 ppm which may pose a risk of chronic poisoning in animals. For ammonium 3 samples (5.08%) exceeded the 0.5 ppm. As a result, it is suggested to monitor the water consumed by animals in order to increase the economic status of livestock enterprises.


Keywords: Ammonium, Nitrite, Nitrate, Inorganic substances, Ruminant, Water

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, 06852, Ankara, Türkiye

E mail: ofuzun@sinop.edu.tr (H. AKAY SARIKAYA)

Hatice AKAY SARIKAYA  <https://orcid.org/0000-0003-1681-8686>

Ebru YILDIRIM  <https://orcid.org/0000-0002-6289-0729>

Emine BAYDAN  <https://orcid.org/0000-0001-5459-8616>

Gönderi: 06 Aralık 2021

Kabul: 03 Ocak 2022

Yayınlanma: 01 Nisan 2022

Received: December 06, 2021

Accepted: January 03, 2022

Published: April 01, 2022

Cite as: Akay Sarıkaya H, Yıldırım E, Baydan E. 2022. Determination of nitrate, nitrite and ammonium in water collected from ruminant farms in Kırıkkale province. BSJ Eng Sci, 5(2): 62-67.

1. Giriş

Hayvanların tüketimine sunulan suyun kalitesi hem ekonomik hem de sağlık anlamında hayvansal üretimin çok önemli bir unsurudur. Hayvanlarda içme suyu kalitesi, verim düzeyi ve enerji üzerine etkili olmaktadır. Hayvan tarafından su içeriğinde bulunabilen toksik maddeler yağ ve kas dokuya geçerek hayvansal ürünlere ulaşmaktadır (Göncü ve ark., 2008; Teke ve Kahya, 2021).

Türkiye ve Dünya nüfusundaki artışa bağlı olarak sanayi sektöründeki ilerleme, gıdaya olan ihtiyaçla birlikte tarımda verimi artırmaya yönelik gübre kullanımı su kaynaklarında kirlenmelere neden olmaktadır. Hayvancılık faaliyetleri nedeni ile çevre kirliliğine sebep olan atıklar; sıvı (idrara) ve katı (gübre) atıklardır. Bunlar hayvanın yaşına, tüketilen yemin özelliklerine ve hayvan fizyolojisine göre farklılık göstermektedir (Aydn ve



Derinöz, 2013). Hayvanların yıllık oluşturduğu toplam kuru gübre miktarı büyükbaş hayvanlarda 256111,494 ton, küçükbaş hayvanlarda 47350,916 ton ve kümes hayvanlarında ise 9885,938 ton 'dur. Çevre kirliliğini önlemek için kapalı alanlarda bu atıklar biriktirilmeli kompost yapma, kurutma ve biyogaz üretimi gibi işlemler standartlara uygun biçimde uygulanarak çevre kirliliği önlenmektedir (Tırınk, 2021).

Endüstrinin gelişmesi, nüfus artışı ve bunlara bağlı olarak su kirliliğine sebep olan etmenler sağlık sorunları doğurmakla birlikte kirlenmiş suların bulunduğu yerlerde yaşayan canlılar için de sıkıntı oluşturmaktadır (Akın ve Akın, 2007; Sönmez ve Demir, 2011). Bu problemlere çözüm amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hayvan refahı ve sağlığını koruyucu önlemler alınmış ve bu kapsamda: 2019-2023 yılları için yayınlanmış olan 'Ulusal Su Planı'nda bu önlemlere değinilmiştir. Bunun yanı sıra yine aynı plan çerçevesinde 'Su Kaynaklarının Miktar, Kalite ve Ekosistemler Açısından Korunması ve İyileştirilmesi' başlığı da yer almaktadır (Anonim, 2019). Tarım ve Orman Bakanlığı 2018-2022 Stratejik Planı içerisindeki stratejilerden hayvan sağlığı ve refahının sağlanması için gerekli sistemlerin ve standartların oluşturulması' hedefler arasında öncelikli olarak yer almaktadır.

Sularda yüksek nitrat düzeyleri, kimyasal gübre veya gübre ile yoğun şekilde gübrelenmiş tarım alanlarından gelen akıntılardan kaynaklanabilmektedir. Nitrat özellikle ruminantlar için çok toksiktir. Nitrat ve nitrit canlılarda akut veya kronik zehirlenme oluşturmaktadır. Nitrat zehirlenmesinin etki mekanizması nitratın nitrite indirgenmesi ile hemoglobin okside olarak methemoglobine dönüşmesidir. Bu kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltarak dokulara yeterli oksijen sağlanmasını önlemektedir. Bu durumdaki hayvanlarda klinik olarak nefes nefese kalma, kalp atım hızında artış, kaslarda zayıflık, nörolojik bozukluklar, çökme ve ölüm gibi belirtiler görülmektedir. Ruminantların nitrata karşı monogastrik türlere göre 10 kat daha duyarlı olduğu düşünülmektedir (Tofan, 2008). Nitratın sudaki oranları canlı için tehlike oluşturabilmektedir (Sönmez ve Demir, 2011).

Türkiye ve Dünyada farklı bölgelerde nitrat zehirlenmeleri bildirilmiştir. Çiftlik hayvanlarında kanda %50-90 methemoglobin düzeyi bulgusu akut ve yerlerde 800-2000 ppm nitrat verilmesi nedeni ile subakut ve kronik zehirlenmeler şekillenmiştir (Oruç ve Ceylan, 2001). Bu zehirlenmenin önüne geçmek için hayvancılık işletmelerin gübre depolama bölümleri, kuyu gibi su kaynaklarının en az 30 m, süt sağım bölmelerinin ise 15 m uzağında olmalıdır (Olhan ve Ataseven, 2009). "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği" ve "Su Kaynaklarının Korunması Yönetmeliği" nitrat kirliliğinin bahsedildiği yönetmeliklerdir. Nitrat düzeyinin suda 50 mg/L'yi geçmemesi gerekir. Bu durum nitrit için 0,50 mg/L (Osweiler, 1985; Rasby, 1996; Resmi Gazete, 2005; Resmi Gazete, 2019), amonyum için ise 0,50 mg/L olarak

bildirilmiştir (Resmi Gazete, 2005; Resmi Gazete, 2019). Hayvanlarda nitrit için önerilen limit değer 10 ppm olarak belirlenmiştir (Carlson ve Ensley, 2007). Hayvanlarda sulardaki nitrat düzeyi 125 ppm' in üstünde kronik, 500 ppm'in üstünde akut zehirlenmeler görülebilir. Hayvanlar için 100 ppm'in üstünde nitrat içeren suların verilmemesi önerilmektedir (Kaya ve Akar, 2014).

Üre, geviş getiren hayvan rasyonlarında protein olmayan nitrojenin en çok kullanılan şeklidir ve ucuz bir ham protein kaynağıdır. Üre, rumende çoğunlukla amonyuma (NH₄⁺) ve çok az miktarda amonyağa (NH₃) hidrolize olur. Her iki madde de çok benzer olmasına rağmen, amonyumun amonyağa tek protonuzlaştırılması bu son bileşiği lipofilik ve yüksek oranda emilebilir hale getirir. Bu deprotonasyon, ruminal sıvı pH'ı yüksek olduğunda makul oranlarda gerçekleşir. Zehirlenme, büyük miktarlarda amonyak oluştuğunda ve kan dolaşımına emildiğinde meydana gelir (Ortolani ve Antonelli, 2004). İçme suyunda amonyum bulunması genellikle fekal kirlilik varlığını işaret eder (WHO, 2011). Amonyum, İçme Suyu Yönetmeliğine göre 0,5 mg/L'yi geçmemelidir. Suda bulunması halinde suya dışkı gibi atıkların karıştığı veya organik maddelerin çürümesi ve tarımın yoğun olduğu bölgelerde gübre kullanımından kaynaklı geçtiği düşünülmektedir. (Anonim, 2021). Sudaki amonyum değişik formlarda bulunur. Bu durum suyun pH'sına bağlı olup pH arttıkça amonyum amonyağa dönüşerek amonyak oranının artmasına neden olmaktadır (Karaoğlu ve ark., 2008).

Bu çalışma Kırıkkale İli sınırları içerisindeki 59 adet büyükbaş hayvan işletmesinden toplanan sulardaki nitrat, nitrit, amonyum seviyelerinin belirlenmesi ve bu inorganik maddelerin hayvanların sağlığını olumlu ve olumsuz etki yapacak düzeyde olup olmadıklarını saptamak amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Numunelerin Toplanması

Su numuneleri Kırıkkale İli sınırları içerisinde bulunan 59 adet büyükbaş hayvan işletmesinden temin edilmiştir. Kırıkkale İli Merkez (n=14) başta olmak üzere Yahşıhan (n=7), Karakeçili (n=7), Çelebi (n= 6), Balışeyh (n=7), Sulakyurt (n=5), Delice (n=4) ve Keskin (n=9) İlçelerinden toplam 59 su örneği Haziran, 2020 tarihinde toplanmıştır. Bu işletmelerin seçiminde işletmelerin birbirinden uzaklığı, yerleşim yerleri, mevcut kapasiteleri gibi çevresel farklılıklar göz önünde bulundurulmuştur. İşletme sahipleri ile iletişime geçilerek numune alım günleri belirlenmiş ve programa uygun olarak gidilerek her işletmeden su numuneleri uygun şekilde alınmıştır. Numune alımında standartlara uygun kaplar kullanılmıştır. Su numuneleri işletmenin suyu temin ettiği, hayvanların içtiği sulardan alınmış olup, bu numuneler şebeke suyu ve kaynak kuyu sularından oluşmaktadır. Numuneler hayvanların o sırada kullandığı önlerindeki sulardan temin edilmiştir. Numuneler laboratuvara getirilme süresince 4 °C de saklanmıştır.

Alınan numunelerin analizleri Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (KÜBTUAM) Çevre Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.2. Numunelerin Analizi

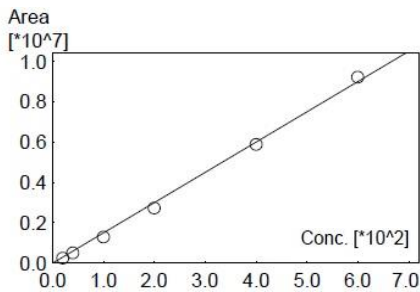
Laboratuvarında; inorganik maddeler (nitrit; NO₂, nitrat; NO₃, amonyum; NH₄) yönünden analiz edilmesinde iyon kromatografi cihazı ile ölçümleri yapılmıştır. Numunelerin analizinde iyon kromatografi cihazı kullanılmıştır. Analiz için toplanan her bir su numunesinden 50 µl su ve 950 µl saf su olmak üzere 1:20 oranında seyreltilerek 0,45µm (pore size)'lik naylon filtreler ile süzülerek polipropilen HPLC vialine alınmıştır. 59 numune tamamlandıktan sonra Shimadzu-HIC 20A Super iyon kromatografisi cihazında inorganik maddelerin anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. İyon kromatografi cihazının analitik koşulları Tablo 1' de sunulmuştur. Bu analizde Merck firmasının ürettiği kimyasal anyon ve katyon standartları kullanılmıştır.

Tablo 1. İyon kromatografi cihazının analitik koşulları

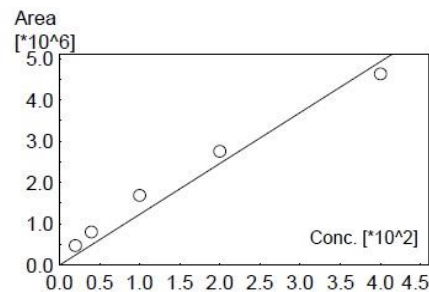
| | |
|-------------------------|---|
| Mobil Faz/Aşama (Anyon) | Sodyum Bikarbonat/Sodyum Karbonat karışımı (12mM/6mM) |
| Kolon (Anyon) | Shimpack ICSA2 (250 mm x 4.0 mm, 9µm) |
| Mobil Faz (Katyon) | Nitrik Asit (5mM) |
| Kolon (Katyon) | Shimpack ICSC1 (150 mm x 4.6 mm, 6µm) |
| Akış Hızı/Baskını | 1mL/dk |
| Dedektör | CDD-10 Asp |
| Kolon Fırın Sıcaklığı | 30 °C |
| Süre | 20 dk |
| Enjeksiyon Hacmi | 20µL |

Tablo 2. Standartların LOD (tayin sınırı) ve LOQ (ölçüm sınırı) ve % geri kazanım değerleri

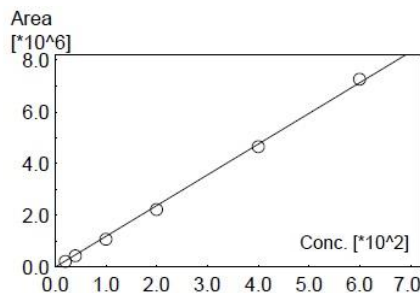
| Anyon ve Katyon | LOD | LOQ | % geri kazanım |
|---------------------------|----------|----------|----------------|
| Nitrit (NO ₂) | 0,003696 | 0,00122 | %106,5 |
| Nitrat (NO ₃) | 0,006705 | 0,002213 | %117,1 |
| Amonyum(NH ₄) | 0,039682 | 0,013095 | %105,8 |



Şekil 1. Nitrit (NO₂) konsantrasyon eğrisi.



Şekil 3. Amonyum (NH₄) için kalibrasyon eğrisi.



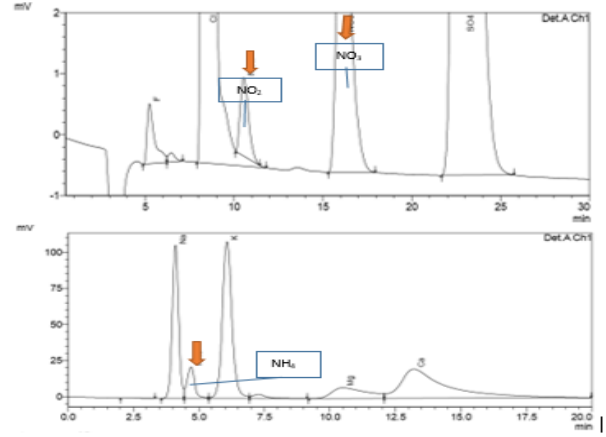
Şekil 2. Nitrat (NO₃) kalibrasyon eğrisi.

3. Bulgular

İyon kromatografi cihazından alınan analiz raporu örneği Şekil 4'de verilmiştir. Toplanan 59 su numunesinden Sulakyurt ilçesinden toplanan 2 numunede (%3,39) nitrit düzeyine rastlanmıştır. Bulunan değerler sularda 0,5 ppm (Resmi Gazete, 2005) değerini aşmış olsa da hayvanlar için önerilen 10 ppm (Carlson ve Ensley, 2007) değerini aşmamıştır. Nitrit bakımından en küçük ve en yüksek değer sırasıyla 0,50-2,79 ppm değerleri ile

Sulakyurt ilçede tespit edilmiştir. Pozitif çıkan örneklerin ortalaması $1,64 \pm 1,61$ olarak saptanmıştır. “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” e göre sudaki nitrat miktarı 50 ppm’ i aşmamalıdır. Hayvanlara ise 100 ppm’i aşan suların verilmesi önerilmemektedir (Kaya, 2014). Yahşihan ilçesinden toplanan 7 numuneden 1 adedi (%14,29), Karakeçili ilçesinden toplanan 7 numuneden 1 adedi (%14,29), Keskin ilçesinden toplanan 9 numuneden 4 adedi (%44,44), Çelebi ilçesinden toplanan 6 numuneden 2 adedi (%33,33), Merkezden toplanan 14 numuneden 4 adedi (% 28,57), Balışeyh ilçesinden toplanan 7 numuneden 2 adedi (%28,57), Sulakyurt ilçesinden toplanan 5 numuneden 1 adedi (%20), Delice ilçesinde 4 numunenin hepsi (%100) olmak üzere toplam 59 su numunesinden 19’ unda (%32,20) 50 ppm değerini aştığı tespit edilmiştir. Hayvanlara verilen su bazında bakıldığında Keskin ilçesinde 1 adedi (%11,11), Merkez ilçede 2 adedi (%14,29) ve Delice ilçesinde 4 adedi (%100) olmak üzere 59 su numunelerinden 7 adedinde (%11,86) sudaki nitrat 100 ppm, 5 adedinde (%8,47) 125 ppm değerini aştığı görülmüştür. Nitrat bakımından en yüksek içerik suda 111,58-140,32 ppm değeri ile Delice ilçesinde tespit edilmiştir (Tablo 3). İnsani Tüketim Amaçlı Sular

Hakkında Yönetmelik’e göre sudaki amonyum miktarı 0,5 ppm’i aşmamalıdır (Resmi Gazete, 2005). Alınan 59 su numunesinden Merkez ilçeden alınan 3’ünde (%5,08) 0,5 ppm değerini aştığı tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarından suda amonyum bakımından en küçük ve en yüksek değer sırasıyla 10,75-35,49 ppm değerleri ile Merkez ilçede tespit edilmiştir. Pozitif çıkan örneklerin ortalaması $22,86 \pm 12,38$ olarak saptanmıştır.



Şekil 4. Su numuneleri için anyon ve katyon rapor örneği (KUBTAL Analiz Raporu)

Tablo 3. Kırıkkale il ve ilçelerinden toplanan su numunelerinin nitrat analiz sonuçları (ppm)

| İlçe | n (+) | Min-Max | Ort±SD | 0-45 ppm | 46-50 ppm | 51-100 ppm | 101-125 ppm | 126-150 ppm |
|------------|-----------|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Yahşihan | 7 (%100) | 5,35-54,20 | 14,25±17,77 | 6 (%85,71) | - | 1 (%14,29) | - | - |
| Karakeçili | 7 (%100) | 25,67-63,37 | 37,70±13,25 | 5 (%71,42) | 1 (%14,29) | 1 (%14,29) | - | - |
| Keskin | 9 (%100) | 6,58-118,46 | 45,44±37,68 | 5 (%55,56) | - | 3 (%33,33) | 1 (%11,11) | - |
| Çelebi | 6 (%100) | 5,87-66,45 | 27,56±27,13 | 4 (%66,67) | - | 2 (%33,33) | - | - |
| Merkez | 14 (%100) | 1,65-148,83 | 45,55±44,31 | 9 (%64,28) | 1 (%7,14) | 2 (%14,29) | - | 2 (%14,29) |
| Balışeyh | 7 (%100) | 2,11-67,05 | 27,80±26,27 | 5 (%71,43) | - | 2 (%28,57) | - | - |
| Sulakyurt | 5 (%100) | 24,64-78,34 | 43,73±21,42 | 3 (%60) | 1 (%20) | 1 (%20) | - | - |
| Delice | 4 (%100) | 111,58-140,32 | 127,49±11,91 | - | - | - | 1 (%25) | 3 (%75) |
| Toplam | 59 (%100) | 1,65-148,83 | 42,35±38,87 | 37 (%62,71) | 3 (%5,08) | 12 (%20,34) | 2 (%3,39) | 5 (%8,47) |

n= numune sayısı, + = pozitif numune, Ort= ortalama, SD= standart sapma.

4. Tartışma

Hayvanların sağlıklı biçimde gelişmeleri için suyun kaliteli ve içime elverişli olması gerekmektedir. İçilen sudaki istenmeyen maddeler verimde azalmaya, fazla olması ise zehirlenmelere neden olabilmektedir (Kaya, 2014). Nitrat ve nitrit gibi nitrojen kirleticiler yaygın inorganik kirleticilerdir. Nitrat, ağırlıklı olarak tarım (yani gübre) ve evsel atık gibi kaynaklardan oluşabilir. Yeraltı suyu nitrat kirliliği dünyadaki çeşitli bölgelerden geniş çapta rapor edilmiştir (Li ve ark., 2021). Sığırlarda nitratın ağızdan en küçük öldürücü dozu 500 mg/ kg’ dır. Kronik zehirlenme oluşturabilecek doz ise 125 ppm (Kaya ve Akar, 2014). Yavuz ve ark. (1993) hayvanlarda içme suyu olarak kullanılan 55 adet kuyu suyunda nitrat düzeylerini 0,4-546 ppm ve nitrit düzeylerinin de 0,0-16 ppm arasında olduğu, bunların % 11’ indeki nitrat düzeyinin kronik zehirlenmeye ve % 1,7’ indeki düzeyin ise akut zehirlenmeye yol açabilecek boyutta olduğu

belirlemişlerdir. Araştırmacılar sudaki nitrit düzeyini en yüksek 16 ppm bulmuşlardır; bu değer çalışmamızda daha düşük (2,79 ppm) olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki en yüksek nitrat düzeyi 148,83 ppm olup, Yavuz ve ark. (1993) çalışmasından (546 ppm) daha düşük olarak bulunmuştur. Balıklı Göl Havzası su kaynaklarındaki nitrat ve nitrit seviyelerini belirlemek için yapılan bir çalışmada bu iki maddeye rastlanılmış, ancak ulusal ve uluslararası standartlarla karşılaştırıldığında herhangi bir problem oluşturmayacak miktarda olduğu sonucuna varılmıştır (Yetiş ve ark., 2018). Ardıç (2013) tarafından yapılan Türkiye’nin sekiz ilinin değişik noktalarından alınan numuneler değerlendirilmiş; ortalama nitrat miktarları Eskişehir ilinde 2,94-71,89 ppm, Antalya ilinde 0,0- 7,92 ppm, Bursa ilinde 0,17-7,09 ppm, Edirne ilinde 0,0-2,64 ppm, Erzurum ilinde 0,0-2,02 ppm, İzmir ilinde 0,48-31,08 ppm, Samsun ilinde 0,0- 81,11 ppm ve Trabzon ilinde 2,33-21,77 ppm olarak bulunmuştur. Çalışmamızda nitrat

düzeyi 1,65-148,83 ppm olarak saptanmış olup, bu değerler Ardıç (2013) çalışmasına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun örnekleme farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim Ardıç (2013) insani tüketim için sunulan sulara çalışmıştır. Durmaz ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada Şanlıurfa ve yöresinde 83 kuyu suyu numunesinde nitrit ve nitrat değerleri sırasıyla 0-0,14 mg/L (0,02-0,003 mg/L) ve 0,63-46,61 mg/L (9,18±0,850 mg/L) olarak bulunmuştur. Kaplan ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada Antalya'da 20 kuyu suyu numunesi nitrat ve amonyum yönünden incelenmiş, sırasıyla 2,46-164,91mg/L ve 2,35-7,22 mg/L olarak belirlenmiştir. Bu numunelerde Kumluca yöresi kuyu sularının sınır değerlerde olduğu saptanmış ve önlem alınmıştır. Kanada'da yapılan bir çalışma sonucu içme suyuna karışan nitratin 16 besi sığırları ölümüne neden olduğu tespit edilmiştir. Nitrit düzeyinde ise herhangi bir sağlık sakıncası bulamamışlardır (Yong ve ark.,1990). Karaçal ve ark. (2006), Şanlıurfa ilinde 50 kuyu suyunda yaptığı araştırmada nitrat ve nitrit ortalamalarının sırasıyla 59,5 ppm ve 0,23 ppm olduğunu bildirmiş, bu durumun hem insan hem de hayvan sağlığı açısından risk oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ertaş ve ark. (2013) 2007 tarihinde Kayseri ili ve çevresinden topladığı 98 kuyu suyunun "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"e göre belirlenen düzeylerin altında olduğunu belirtmişlerdir. Özdemir ve ark. (2004), Afyon ili ve çevresindeki ilçelerde 142 kuyu suyunda yaptığı araştırmada, toplanan suların % 57,04' inde hayvanlarda nitrat düzeyinin kronik zehirlenmeye yol açabilecek düzeyde %13,38' inin ise akut zehirlenmeye yol açabilecek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar toplanan numunelerden %42,25'inde nitrit düzeyinin 0,05 ppm'in üstünde olduğu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda 7 adet numunede (%11,86) nitrat düzeyi 100 ppm olan hayvanlar için tehlikeli olan sınır değerini aşmış, 5 adet numune (%8,47) 125 ppm üstü bulunmuş, 500 ppm ve üstü düzeyde nitrat içeren numune ise bulunmamıştır. Bu değerler Özdemir ve ark. (2004) çalışmasına göre daha düşük bulunmuştur. Sunulan çalışmada 59 numuneden 2 adedinde (%3,39) nitrit düzeyi 0,05 ppm düzeyini aşarken, 10 ppm' in üstünde değer saptanmamıştır. Sivas ilinde yapılan bir başka çalışmada ise amonyum azotu (NH₄) değerinin yıllık ortalaması 0,0129 mg/L olarak hesaplanmıştır. Amonyum azotu (NH₄) değeri de Ocak ve Şubat aylarında suda tespit edilemezken en yüksek Eylül 2012 de 0,0250 mg/L olarak tespit edilmiştir. Horohon deresinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla kış 0,0013 mg/L, ilkbahar 0,0147 mg/L yaz 0,0193 mg/L ve sonbahar 0,0163 mg/L olarak hesaplanmıştır (Mutlu ve ark., 2013). Illinois'deki bir ilçe fuarında kazara meydana gelen amonyak zehirlenmesi sonucu bir Holstein inek, 3 Holstein düve, bir keçi ve bir kuzu olmak üzere 6 ölüm meydana gelmiştir. Ölüm oranı, tarımsal mahsul alanlarını sulamak için yaygın olarak kullanılan ve daha önce sıvı gübre taşımak için kullanılan

bir tankerle fuar alanına getirilen amonyum nitrat ve üre içeren sıvı bir gübre ile yanlışlıkla kontamine olmuş su tüketimi ile ilişkilendirilmiştir. Hayvanların rumen içeriklerinde amonyak-azot saptanmıştır. Düvenin su kotasından, ineğin su kotasından ve tanker kamyonundan gelen su, sırasıyla 6,336, 6,116 ve 6,248 ppm nitrat seviyeleri tespit edilmiştir. Amonyak zehirlenmesinin nedeni daha önce sıvı amonyum nitrat ve üre taşıyan tanker kamyonun fuar alanına getirdiği kontamine suya bağlandı. Bu kaza, tarım ve hayvancılıkta güvenlik yönergelerine titizlikle uyulmasının ve ölçülü çalışma uygulamalarının önemini vurgulamaktadır (Campagnolo ve ark., 2002). Karaoğlu ve ark. (2008) Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesinde, 2 belirlenmiş istasyondan topladığı sulara amonyum düzeyini yüksek bulmuş, bu durumun hayvancılık ve zirai faaliyetlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda numunelerin sadece %5,08 (59 numunede 3 adet)' inde amonyum miktarı limit değeri aşmıştır.

5. Sonuç

Sonuç olarak Kırıkkale ve çevre illerinde hayvanlara verilen su kalitesinin genel olarak iyi olmasına rağmen suda nitrit, nitrat ve amonyum seviyelerinin bazı numunelerde sınır değeri aştığı saptanmıştır. Nitrit bulunan 2 (%3,39) numune için değerler 0,50-2,79 ppm aralığında olup insan içme suları için belirlenen yasal sınırı aşmıştır ve ancak hayvanların sağlığı açısından önerilen sınır seviyeyi (10ppm) aşmamıştır. Toplanan numunelerin 57 (%96.61)' inde nitrit kalıntısına rastlanmamıştır. Bu durum hayvan sağlığı açısından olumlu bulunmuştur. Toplanan 59 su numunesinden 19'u (%32,20) nitrat yönünden içme suyu için belirlenen 50 ppm sınır değerini, 7'si (%11,86) 100 ppm olan hayvanlar için tehlikeli olan sınır değerini aşmıştır. Beş (%8,47) numunede ise 125 ppm düzeyini aşmıştır. Bu durum hayvanlarda kronik zehirlenme riski oluşturabilecek seviyededir. Amonyum için sunulan 0,5 ppm sınır değerini toplanan su numunelerinden 3'ü (%5,08) aşmış durumdur. Amonyum yönünden sular değerlendirildiğinde sadece 3 numunede risk olduğu, bunun hayvansal faaliyetler sonucu olabileceği düşünülmüştür. Bu değerlerin hayvan sağlığına olan etkilerini değerlendirmek için ayrıca hayvanları da kapsayan geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç vardır. Direkt ve indirekt yollarla hayvanların tüketimine sunulan sulara bulaşma oluşabilmektedir. Bu da farklı zaman aralıklarında canlı üzerinde olumsuz etkilerin meydana gelmesine sebebiyet vermektedir. Su kaynaklarının hayvancılık işletmelerinin ekonomik düzeyini artırması amacıyla kontrol altında tutulması, kaynağından itibaren tüm aşamalarda nitrit, nitrat ve amonyum gibi inorganik maddeler yönünden takibi uygun olacaktır.

Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (2020/12) numarası ile desteklenmiştir. Bu çalışma "Kırıkkale yöresindeki ruminant işletmelerinden toplanan yemler ve sularında bazı inorganik maddelerin seviyelerinin araştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Kaynaklar

- Akin M, Akin G.2007. Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniv Dil Tarih-Coğrafya Fak Derg, 47(2): 105-118.
- Anonim 2019. Ulusal su PLANI (2019-2023). <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20EN%20C4%B0Z/ULUSAL%20SU%20PLANI.pdf>. (erişim tarihi: 11 Temmuz 2019).
- Anonim 2021. Suda amonyum, nitrit ve nitrat. [https://www.burkut.com.tr/suda-amonyum-nitrit-ve-nitrat#:~:text=\(Amonyum%20suda%20%20C3%A7%C3%B6z%20sonra%20%22Amonyum,kar%C4%B1%20ihtimali%20fikrini%20de%20getirir](https://www.burkut.com.tr/suda-amonyum-nitrit-ve-nitrat#:~:text=(Amonyum%20suda%20%20C3%A7%C3%B6z%20sonra%20%22Amonyum,kar%C4%B1%20ihtimali%20fikrini%20de%20getirir) (erişim tarihi: 13 Mayıs 2021).
- Ardıç C.2013. İçme suyundaki nitrat konsantrasyonunun insan sağlığı üzerine oluşturduğu risklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Lisansüstü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, ss. 1-120.
- Aydın İ, Derinöz B. 2013. Balıkesir Merkez ilçede ticari süt hayvancılığın çevresel etkileri. Marmara Coğrafya Derg, 28: 117-138.
- Campagnolo ER, Kasten S, Banerjee M.2002. Accidental ammonia exposure to county fair show livestock due to contaminated drinking water. *Vet Hum Toxicol.* 44(5):282-285.
- Carlson M, Ensley S. 2007. Water quality and contaminants. In Gupta RC. Edt., *Veterinary Toxicology Basic and Clinical Principles*, Amsterdam, Elsevier. 1st ed., pp. 1045-1059.
- Durmaz H, Ardiç M, Aygün O, Genli N.2007. Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeyleri. *Yüzüncü Yıl Üniv Vet Fak Derg*, 18 (1): 51-54.
- Ertas N, Gönülalan Z Yildirim Y, Al S, Karadal F.2013. Kayseri bölgesi kuyu sularındaki nitrat ve nitrit düzeyleri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 10: 15-19.
- Göncü S, Özkütük K, Görgülü M. 2008. Sığır yetiştiriciliğinde su gereksinmesi ve içme suyu kalite özellikleri. *Hasad Derg*, 24(279): 44-51.
- Kaplan M, Sönmez S, Tokmak S. 1996. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. *Tr J Agri Forest*, 23: 309-313.
- Karaçal F, Toprak Ş, İnce S. 2006. Şanlıurfa ilinde insan ve hayvanlarda tüketime sunulan kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *Fırat Üniv Doğu Araş Derg*, 4: 85-88.
- Karaoğlu Mh, Balci A, Uğurlu M. 2008. Kavaklıdere-Bozdoğan

- bölgesindeki kaynak sularının fizikokimyasal açıdan incelenmesi. *SÜ Fen Ed Fak Derg*, 32: 53-61.
- Kaya S, Akar F. 2014. *Inorganik maddeler*. Kaya S, ed. *Veteriner Toksikoloji*. Ankara Medisan Yayın, 5. Baskı, ss. 174-180.
- Li P, Karunanidhi D, Subramani T, Srinivasamoorthy K. 2021. Sources and consequences of groundwater contamination. *Archiv Environ Contamin Toxicol*, 80: 1-10.
- Mutlu E, Yanik T, Demir T. 2013. Horohon deresi (Hafik-Sivas) su kalitesi özelliklerinin aylık değişimleri. *Alinteri J Agri Sci*, 25(2): 45-57.
- Olhan E, Ataseven Y. 2009. Türkiye'de içme suyu havza alanlarında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirliliği önleme ile ilgili yasal düzenlemeler. *Tekirdağ Zir Fak Derg*, 6(2): 161.
- Ortolani EL, Antonelli AC. 2004. Acute ammonia poisoning in ruminants: a review. *Current Topics Toxicol*, 1: 19-32.
- Oruç Hh, Ceylan S. 2001. Bursa yöresinde sığırların yemlerinde, içme sularında ve rumen içeriğinde nitrat, nitrit ve kanda methemoglobin düzeylerinin araştırılması *J Fac Vet Med*, 20(2001): 25-32.
- Oswailer Gd, Carson Tl, Buck Wb, Van Gelder Ga. 1985. *Clinical and diagnostic veterinary toxicology*, Kendall- Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 3rd ed., pp. 460-466.
- Özdemir M, Yavuz H, İnce S. 2004. Afyon bölgesi kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 50(1): 25-28.
- Rasby R, Anderson B, Schnider N. 1996. Nitrates in livestock feeding. *NebGuide*. Cooperative Extension, G-74-170-A13.
- Resmi Gazete. 2019. İçme suyu temin edilen suların kalitesi ve artırılması hakkında yönetmelik. Ek 1 Kategorilere göre su kalite standartları. Tarihi: 06 Temmuz 2019, Resmi Gazete Sayısı: 30823.
- Resmi Gazete. 2005. Ek-1 (Değişik: RG-7/3/2013-28580) Parametreler ve Sınır Değerleri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Tarihi: 17 Şubat 2005, Resmi Gazete Sayısı: 25730.
- Sönmez İ, Demir H. 2011. Tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği ve olumsuz etkileri. I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı Kitabı, 27-30 Nisan 2011, Eskişehir, Türkiye, ss. 287-294.
- Teke B, Kahya C. 2021. İnek sütü üretiminin su ayak izi. *Su Vakfı Bülteni*, 2.
- Tırınk S. 2021. Environmental effects and diffuse pollution load calculation of animal wastes in Iğdır province and districts. *BSJ Eng Sci*, 4(2): 43- 50.
- Tofan S. 2008. Konya bölgesindeki içme sularında metal tayini. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Konya, ss. 1-87.
- Yavuz H., Kaya S, Akar F. 1993. Hayvanlarda içme suyu olarak kullanılan kuyu sularında nitrat ve nitrit tayinleri. *AD Vet Fak Derg*, 40 (1): 16-22.
- Yetiş R, Atasoy Ad, Demir Yetiş A, Yeşilnacar Mi. 2018. Balıklı göl havzası su kaynaklarının nitrat ve nitrit seviyelerinin belirlenmesi. *Çukurova Üniv Müh Mimar Fak Derg*, 33(1): 47-54.
- Yong C, Brandow Ra, Howlett P. 1990. An unusual cause of nitrate poisoning in cattle. *Can Vet J*, 31 (2): 118.