

## Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması\*

Sema AĞAOĞLU<sup>1</sup> Mustafa ALIŞARLI<sup>1</sup> Süleyman ALEMDAR<sup>1</sup> Semiha DEDE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD, Van / TÜRKİYE

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya AD, Van / TÜRKİYE

Makale Geliş ve Kabul Tarihi: 17.04.2007-27.06.2007, Sorumlu Araştırmacı: e-mail: sagaoglu@yyu.edu.tr

**Özet :** Bu çalışmada, Van bölgesi su kaynaklarında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Van merkez ve ilçelerinde (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit) bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneği materyal olarak kullanılmıştır. Örneklerde nitrat ve nitrit düzeyleri spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir.

Analiz bulgularına göre; Van merkez ve ilçelerinde bulunan su kaynaklarında ortalama nitrat düzeyleri sırasıyla 35.927±5.706 ppm ve 24.752±9.262 ppm (kuyu), 5.158±0.931 ppm ve 4.990±0.665 ppm (dere), 19.065±3.770 ppm ve 14.610±2.523 ppm (kaynak/çeşme), 9.609±3.021 ppm ve 14.114±2.503 ppm (musluk), 6.325±2.850 ppm ve 7.390±1.582 ppm (depo) olarak saptanmıştır. Nitrit düzeyi; Van merkez ve ilçelerden alınan içme suyu örneklerinde genelde standartlara uygun bulunmuş ve 0,1 ppm'in altında belirlenmiştir. Ancak Van merkezdeki bir kuyuya ait su örneği (% 2) ile bir kaynak suyu örneği (% 3), ilçelerde ise Erciş'te bir kaynak suyu örneği (% 2) standart değerlerin üzerinde çıkmıştır. Nitrit düzeyi, gerek Van merkez gerekse ilçelerdeki dere sularının tamamında 0.691 ppm ile 0.060 ppm arasında belirlenmiştir.

Sonuç olarak; nitrat düzeyi yüksek suların uzun süre ve fazla miktarda kullanımı zehirlenmelere sebep olabilir. Çevre ve su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi, ilgili kurumların uyarılması ve denetimlerin sıklaştırılması toplum sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler :** Van bölgesi suları, nitrat, nitrit, halk sağlığı

### *The Determination of Nitrate and Nitrite Contents of Drinking Water in the Region of Van*

**Summary:** In the present study, nitrate and nitrite levels of the water samples obtained from the region of Van were investigated. For this purpose, in the city center and its towns (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş and Edremit), a total of 366 water samples were taken from well, stream, fountain, tap and tanks were used as material. Nitrate and nitrite concentrations were measured by the spectrophotometric method.

According to the results, mean nitrate concentrations were 35.927±5.706 ppm and 24.752±9.262 ppm (well), 5.158±0.931 ppm and 4.990±0.665 ppm (stream), 19.065±3.770 ppm and 14.610±2.523 ppm (fountain), 9.609±3.021 ppm and 14.114±2.503 ppm (tap), 6.325±2.850 ppm and 7.390±1.582 ppm (tank) in the water sources in the city center and its provinces, respectively. Generally, nitrite values in drinking water samples obtained from city center and its provinces were appropriate the limits given in the related regulations, and it were measured under 0.1 ppm. But one well water sample(2%) and one fountain water sample (3%) obtained from city center, and one fountain water (2%) sample obtained from its province were higher than the limits given in the standard regulations. Nitrit values were determined between 0.691 ppm to 0.060 ppm in all stream samples.

As a result; when people consume the waters with particularly high nitrate levels for a long time and excessively, it may cause toxication. That's why, for the sake of public health, it is very important to prevent environment and water sources from pollution; and for the responsible associations to act accordingly and to make regularly controls for this purpose.

**Key Words :** Van region waters, nitrate, nitrite, public health

### GİRİŞ

Nitrat ve nitrit; katkı maddesi veya kontaminantlar şeklinde doğada yaygın olarak bulunmaktadır. Bu bileşiklerin insan sağlığı üzerinde önemli etkilerinin olduğu bilinmektedir. Özellikle nitritin sekonder aminler ve diğer azotlu maddelerle reaksiyona girerek N-nitrozaminleri oluşturduğu; karaciğer, özefagus, böbrek, mide,

bağırsak, merkezi sinir sistemi ve lenfoid sistem kanserlerine neden olduğu bildirilmiştir (14,24,36).

Nitrat ve nitrit insan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin dekompozisyonu sonucu oluşmaktadır. Bu bileşiklerin sudaki varlığı bakteriyel bir kontaminasyonun göstergesidir. Son yıllarda nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak, bu maddelerin sularda bulunma olasılığı ve miktarı artış göstermiştir.

\* Bu çalışma TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri (ÇAYDAG) Araştırma Grubu (Proje No: YDABAG-101Y096) tarafından desteklenmiştir.

Azot içeren sanayi atık suları, suni gübreler ve bozulmaya uğramış organik maddeler nitrat ve nitritin en önemli kaynağını oluşturmaktadır (1,28) Nitrat; insan ve hayvanlar tarafından çeşitli gıdalarla alındıktan sonra midede mikroorganizmaların etkisiyle nitrit ve amonyaka indirgenir. Nitratın fazlası midede biriken nitrit ve amonyak ile birlikte emilerek kana karışır. Nitrit, kanda bulunan oksihemoglobini methemoglobine çevirir. Methemoglobin oksijen taşıyamaz ve bu şekilde nitrit zehirlenmesi oluşur. Daha sonra nitrit nitrate okside olur ve idrarla elimine edilir (22). Nitrat yetişkinler için zararsız olup daima sulara bulunabilir. Ancak litresinde 20 mg'dan fazla nitrat içeren suların devamlı içilmesi insanlarda akut ve kronik zehirlenmelere, 6 aydan küçük bebeklerde morarma ile seyreden methemoglobinemi'ye neden olmaktadır (31).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Avrupa Ekonomik Komitesi içme sularında bulunabilecek nitrat düzeyini 50 mg/l olarak belirlemiştir (15,30). Türkiye'de kaynak, içme ve içme-kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeyleri ile ilgili limit değerler Türk Standartları (7) ve Yönetmelik (8)'te bildirilmiştir.

Hızlı nüfus artışı ve endüstriyel gelişimin bir sonucu olarak, dünyanın birçok ülkesinde su kaynaklarında ciddi bir azalma meydana gelmiştir. Ayrıca son yıllarda artış gösteren su kirliliği halen önemli bir problem olarak güncelliğini korumaktadır (4). Kaynak ve içme-kullanma sularının nitrat ve nitrit düzeyi bakımından Türk

Standartları (7)'na uygunluğunu belirlemek amacıyla ülkemizde farklı bölgelerde birçok çalışma (2,12,20,21,23,26,29,33,37,38) yürütülmüştür.

Evsel atıklar, azot içeren sanayi atıkları (yün, gıda, gübre, deri, bira ve süt endüstrisi), organik maddeler, mezbaha atıkları ve tarımda kullanılan azotlu gübrelerin sulama suyu ya da yağmur sularıyla taşınması azotlu maddelerin sulara karışmasında etkili olan başlıca faktörlerdir (10,13,18).

Bu çalışma, Van ve yöresinde (Van merkez, Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit ilçeleri) bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularında, suda bulunması arzulananmayan maddelerden olan nitrat ve nitrit düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Van bölgesi sularının nitrat ve nitrit yönünden kirlilik durumları araştırılmıştır. Bu amaçla, il ve ilçelerde (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit) bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneği materyal olarak kullanılmıştır. Örnekler burgu kapaklı cam şişelere (1000 ml) TS 266 (7)'de bildirildiği şekilde temin edilmiş ve soğuk zincir altında laboratuara getirilerek analizleri yapılmıştır.

Su örnekleri mevsimsel değişkenler dikkate alınarak ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış dönemlerini içeren 1 yıllık süreçte periyodik olarak, Tablo 1'de belirtilen kaynaklardan çift paralelli olarak toplanmıştır.

Tablo 1. Yerleşim bölgelerine göre incelenen su kaynaklarının mevsime bağlı sayısal dağılımları

Yerleşim Bölgesi	Mevsim	Kuyu	Dere	Kaynak/Çeşme	Musluk	Depo
Van Merkez	Yaz	13	3	9	8	1
	Sonbahar	9	3	9	6	1
	Kış	10	3	7	8	1
	İlkbahar	13	3	7	8	1
İlçeler	Yaz	10	8	10	30	8
	Sonbahar	10	8	9	30	8
	Kış	7	8	9	24	6
	İlkbahar	7	8	9	26	8

İlçeler: Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit  
Toplam örnek: 366 (Yaz: 100, Sonbahar: 93, Kış: 83, İlkbahar: 90)

Örneklerde nitrat ve nitrit düzeyleri spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (5).

**İstatistiksel değerlendirme:** Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde gruplar arası farkın önemi varyans analizi ile gruplar arası farklılık ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir (3).

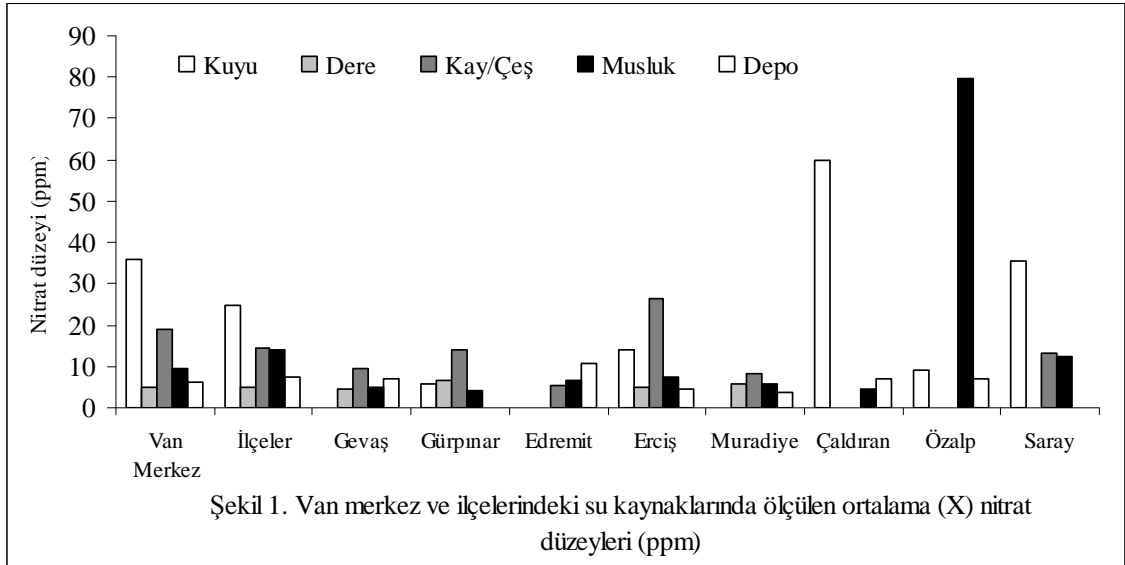
## BULGULAR

Van merkez ve ilçelerindeki su kaynaklarında ölçülen nitrat düzeyleri Tablo 2 ve Şekil 1'de, mevsimsel dağılımı ise Tablo 3 ve Şekil 2 içerisinde verilmiştir.

**Tablo 2.** Van merkez ve ilçelerindeki su kaynaklarında ölçülen nitrat düzeyleri (ppm)

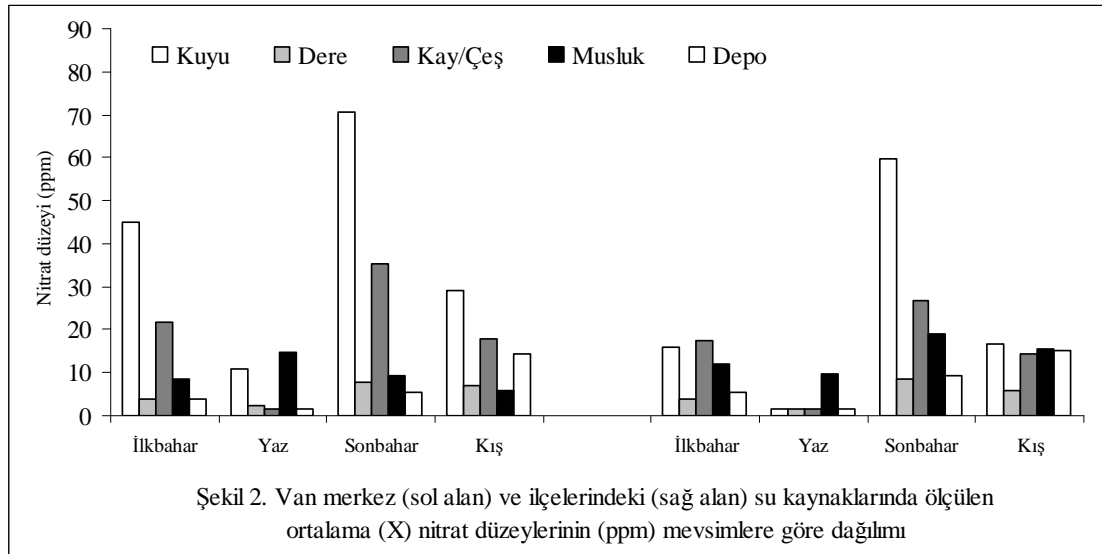
Su Kaynağı	İlçeler								
	Van Merkez	Gevaş	Gürpınar	Edremit	Erciş	Muradiye	Çaldıran	Özalp	Saray
<b>Kuyu</b>									
Max.	161.40	-	9.90	-	63.70	-	295.40	24.00	109.60
Min.	1.10	-	1.30	-	1.10	-	1.70	1.30	1.30
X	35.93	-	5.92	-	14.01	-	59.98	8.89	35.62
Sx	5.706	-	1.93	-	10.10	-	47.28	2.80	14.86
<b>Dere</b>									
Max.	11.20	11.54	10.80	-	15.40	10.80	-	-	-
Min.	1.70	1.10	1.30	-	1.50	1.70	-	-	-
X	5.16	4.40	6.42	-	4.85	5.75	-	-	-
Sx	0.93	0.93	2.16	-	1.15	2.32	-	-	-
<b>Kaynak/Çeşme</b>									
Max.	87.50	20.80	32.10	9.50	58.70	26.20	-	-	44.80
Min.	1.10	1.30	1.10	1.30	1.10	1.50	-	-	1.30
X	19.06	9.35	14.11	5.50	26.51	8.37	-	-	13.24
Sx	3.77	4.11	3.67	2.07	7.28	5.96	-	-	8.09
<b>Musluk</b>									
Max.	91.70	9.50	9.50	13.00	24.70	13.20	9.90	124.40	26.20
Min.	1.50	1.10	1.30	1.10	1.30	1.70	1.70	1.10	1.30
X	9.61	5.08	4.33	6.49	7.30	5.66	4.41	79.54	12.55
Sx	3.02	0.61	1.05	0.87	1.53	0.63	0.79	9.91	5.14
<b>Depo</b>									
Max.	14.50	12.10	-	42.70	10.60	9.90	18.00	16.00	-
Min.	1.50	1.10	-	1.10	1.30	1.50	1.50	1.50	-
X	6.32	7.17	-	10.76	4.53	3.90	7.11	6.97	-
Sx	2.85	2.63	-	5.09	3.03	2.00	2.38	3.33	-

-: Su kaynağı mevcut değil ya da çeşitli sebeplerden dolayı örnek alınmadı.



**Tablo 3.** Van merkez ve ilçelerindeki su kaynaklarında ölçülen nitrat düzeylerinin (ppm) mevsimsel dağılımı

Su Kaynağı	Van Merkez	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlçeler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>Kuyu</b>										
Max.	161.40	86.50	97.90	161.40	69.30	295.40	86.20	2.80	295.40	50.50
Min.	1.10	5.80	1.10	19.70	6.70	1.10	1.70	1.10	8.20	3.70
X	35.93	44.92	10.88	70.54	29.10	24.75	15.94	1.57	59.69	16.77
Sx	5.71	8.35	7.49	18.14	6.88	9.26	11.77	0.17	27.97	5.92
<b>Dere</b>										
Max.	11.20	5.10	2.60	11.20	10.60	15.40	8.60	1.90	15.40	10.80
Min.	1.70	1.90	1.70	3.40	4.70	1.10	1.70	1.10	4.3	1.70
X	5.16	3.90	2.30	7.60	6.83	4.99	4.01	1.52	8.41	6.01
Sx	0.93	1.01	0.30	2.27	1.89	0.66	1.03	0.10	1.41	0.94
<b>Kaynak/Çeşme</b>										
Max.	87.50	59.40	3.90	87.50	55.90	58.70	58.70	1.70	47.00	29.40
Min.	1.10	1.70	1.10	10.20	5.80	1.10	2.10	1.10	8.60	3.70
X	19.06	21.66	1.74	35.33	17.82	14.61	17.39	1.36	26.79	14.38
Sx	3.77	8.15	0.29	7.76	6.59	2.52	6.84	0.06	4.33	2.88
<b>Musluk</b>										
Max.	91.70	41.40	91.70	12.10	11.00	124.40	92.30	89.50	124.40	104.90
Min.	1.50	1.70	1.50	7.60	2.80	1.10	1.70	1.10	2.40	3.40
X	9.61	8.59	14.67	9.26	5.87	14.11	12.19	9.79	18.85	15.65
Sx	3.02	4.77	1.50	0.56	1.17	2.50	4.65	3.97	5.96	5.16
<b>Depo</b>										
Max.	14.50	3.70	1.50	5.60	14.50	42.70	18.00	1.70	16.00	42.70
Min.	1.50	3.70	1.50	5.60	14.50	1.10	1.70	1.10	2.80	2.10
X	6.32	3.70	1.50	5.60	14.50	7.39	5.47	1.37	9.42	15.25
Sx	2.85	0	0	0	0	1.58	1.93	0.07	1.53	6.09



## TARTIŞMA VE SONUÇ

Nitrattan nitrit oluşumu insan ve hayvanların sindirim kanalında olabildiği gibi, sulu gıdalarda veya aşırı derecede mikroorganizma içeren organik maddelerle kontamine olmuş sular da meydana gelebilmektedir (25). Yapılan bazı araştırmalarda (11,12), içme ve kullanma suyu olarak kullanılan kaynak ve kuyu sularının insan sağlığı açısından tehlikeli olabilecek düzeylerde nitrat içerdiği belirlenmiştir. İnsan ve hayvanlarda vücuda alınan nitrit miktarına ve kimyasal yapısına bağlı olarak akut veya kronik zehirlenmeler şekillenebilmektedir. Nitrit, hemoglobini methemoglobine dönüştürerek toksik etki gösterebildiği gibi, nitrit iyonları doğrudan damar düz kaslarının genişlemesine sebep olarak sistemik arteriyel kan basıncının düşmesine, dolaşım bozukluğuna ve şoka neden olabilmektedir (16,35).

Yürütülen bu çalışmada, Van merkez ve ilçelerinde (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit) bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularında nitrat ve nitrit varlığı ve düzeyi araştırılmıştır.

Kuyu sularında en yüksek nitrat ortalaması Çaldıran ilçesinde, en düşük ortalama değer Gürpınar'da tespit edilmiştir. Van merkez ve Saray ilçesinde bulunan kuyu sularında ortalama nitrat düzeyleri benzer bulunmuştur. En düşük ve yüksek ortalama değerler derelerde sırasıyla Gevaş ve Gürpınar, kaynak sularında Edremit ve Erciş, musluk sularında Gürpınar ve Özalp, depo sularında ise Muradiye ve Edremit ilçelerinde belirlenmiştir. Merkezdeki kuyu, dere ve kaynak sularında saptanan genel ortalama değerler ilçe ortalamasından yüksek bulunmuştur (Tablo 2,3 ve Şekil 1). Mevsimsel değişkenler incelendiğinde, ortalama değerlerin merkezdeki kuyu, dere ve kaynak sularında sonbahar, musluk sularında yaz, depo sularında ise kış mevsiminde daha yüksek olduğu görülmektedir. Mevsim ortalamaları merkezde bulunan kuyu, dere, kaynak ve depo sularında yazın, musluk sularında ise kış aylarında daha düşük bulunmuştur. Nitrat düzeyinin ilçelerdeki kuyu, dere, kaynak ve musluk sularında sonbahar, depo sularında ise kış mevsiminde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu su kaynaklarında ortalama değerler yaz mevsiminde daha düşük bulunmuştur (Tablo 2,3 ve Şekil 2).

Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İstihali, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik (8)'te, doğal kaynak ve içme sularında nitrat düzeyleri sırasıyla 25 mg/l ve 45 mg/l olarak bildirilmiştir. İçme ve Kullanma Suları Standardı (7)'nda, kabul edilebilir maksimum değerler (MAC) 50 mg/l (sınıf 1 grubu sular) ve 25 mg/l (sınıf 2 grubu sular) olarak belirlenmiştir. Kıta İçi Su Kalite Standartları (9)'na göre, yüzeysel sulara nitrat düzeyleri 5 mg/l (sınıf 1), 10 mg/l

(sınıf 2), 20 mg/l (sınıf 3) ve >20 mg/l (sınıf 4) olarak sınırlandırılmıştır.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Patır ve ark. (23) inceledikleri kaynak ve içme-kullanma sularının tamamında, kuyu sularının % 91'inde; Yalçın ve ark. (37) Konya ili içme ve kullanma sularının % 84'ünde nitrat tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Nitrat düzeyini Saatçi ve ark. (27) Melez çayında 83.7-120.9 mg/l; Özdemir ve ark. (21) Afyon'daki kuyu sularında 243.61 mg/l; Keven (19) Elazığ bölgesi içme sularında 45.7-58.3 ppm; Dağoğlu ve ark. (12) Van yöresindeki kuyu ve kaynak sularında 50 ppm'den daha düşük düzeyde; Yavuz ve ark. (38) Ankara'nın bazı ilçelerindeki kuyu sularında 0.4-546 ppm; Pirinççi ve Servi (26) Elazığ yöresindeki kuyu sularında 4.92-196.55, kaynak sularında 5.41-88.56 ppm; Sönmez (29) Bursa bölgesi içme sularında 0-1.0 mg/l; Omurtag (20) Marmara bölgesi kaynak, musluk, artezyen, dere ve kuyu sularında sırasıyla 2.2-46.5, 1.8-59.3, 6.2-81.9, 6.2-81.9 ve 2.2-305.5 mg/l; Kaplan ve ark. (17) Antalya yöresindeki kuyu sularında 52.15 mg/l olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca çeşitli gıdalarda nitrat aranması ile ilgili yapılan bir çalışmada (6) 1990-1991 yılları arasında Akdeniz, Ege, İç Anadolu, Marmara, Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden sağlanan toplam 3957 adet içme suyu örneğinde ortalama nitrat düzeyi 13.67 mg/l olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada, Van merkez ve ilçelerindeki su kaynaklarında belirlenen ortalama nitrat düzeyleri birçok araştırmacının (6,17,19,20,21,26,27,38) bildirdikleri değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Van merkez ve ilçelerindeki kaynak ve içme sularında saptanan ortalama nitrat düzeyleri yönetmelik (8)'te bildirilen kriterlere uygun bulunmuştur. Merkezdeki kuyu suları dışında, incelenen kuyu ve kaynak sularında belirlenen ortalama değerler İçme ve Kullanma Suları Standardı (7)'nda sınıf 1 ve 2 grubu sular için belirlenen değerlere uygunluk göstermiştir. Kıta İçi Su Kalite Standartları (9)'na göre, merkez ve ilçelerde bulunan dereler ortalama nitrat düzeyi açısından genelde 1. sınıf özellik göstermektedir.

Nitrat düzeyleri açısından, kuyu ve kaynak sularına ait değerler ile diğer kaynaklara ait değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Nitekim Tekinşen ve Yalçın (32), nitratın genelde kuyu sularında daha fazla miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, Özalp ve Saray ilçelerine ait değerler ile diğer yerleşim yerlerine ait değerler istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Ancak, Saray ilçesi ile Van merkez değerleri arasındaki farkın önemsiz ( $P>0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Mevsimler dikkate alındığında yaz ile sonbahar arasındaki fark önemli, kış ile ilkbahar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0.05$ ) bulunmuştur.

Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İstihali, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik (8)'te, içme sularında nitrit düzeyi 0.05 mg/l olarak belirlenmiş, kaynak ve içme-kullanma sularının

nitrit içermemesi gerektiği bildirilmiştir. İçme ve Kullanma Suları Standardı (7)'nde, sınıf 1 ve 2 grubu sulara kabul edilebilecek maksimum nitrit düzeyi 0.1 mg/l olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın nitrit düzeyleri değerlendirildiğinde; Van merkez ve ilçelerden alınan içme suyu örnekleri genelde standartlara uygun bulunmuş, nitrit düzeyleri 0,1 ppm'in altında (0.060-0.091 arasında) belirlenmiştir. Ancak Van merkezdeki 1 kuyuya ait su örneği (% 2) standartlara uygun bulunmamış, nitrit düzeyi 0.325 ppm olarak tespit edilmiştir. Yine Van merkezde 1 kaynak suyu örneği (% 3) 0.700 ppm nitrit düzeyi ile standartlarda bildirilen değerleri aşmıştır. İlçelerde ise sadece Erçiş'te 1 kaynak suyunda (% 2) belirlenen nitrit düzeyi (0.121 ppm) standart değerlerin üzerinde bulunmuştur. Nitrit düzeyi, gerek Van merkez gerekse ilçelerdeki dere sularının tamamında 0.691 ppm ile 0.060 ppm arasında tespit edilmiştir. Dere sularına ait değerler ile diğer kaynaklara ait değerler arası fark istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuş, yerleşim yerleri arası farklılığın önemsiz ( $P > 0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Kuyu, kaynak/çeşme, musluk ve depo suları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz ( $P > 0.05$ ) bulunmuştur.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (9)'nde, kıta içi yüzeysel sulara nitrit düzeyleri; 0.002 (sınıf 1, yüksek kaliteli sular), 0.01 (sınıf 2, az kirlenmiş sular), 0.05 (sınıf 3, kirli sular) ve  $> 0.05$  ppm (sınıf 4, çok kirlenmiş sular) olarak sınırlandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; Van bölgesinde bulunan dereler nitrit düzeyi bakımından 4. sınıf özellik taşımaktadır. Mevsimsel değişkenler incelendiğinde; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış dönemlerinde tespit edilen ortalama değerlerin benzer olduğu belirlenmiş ve nitrit düzeyleri üzerinde mevsimin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ( $P > 0.05$ ) bulunmuştur.

Türkiye'de yapılan çalışmalarda; Yalçın ve ark. (37) Konya il merkezindeki içme-kullanma sularının % 14'ünde; Patır ve ark. (23) Elazığ

bölgesi içme-kullanma sularının % 4'ünde, kuyu sularının % 30'unda; Uçar (33) Tekirdağ ili kaynak sularının % 25'inde, kuyu sularının % 20'sinde; Ağaoğlu ve ark. (2) Van ve yöresi kaynak sularının % 20'sinde nitrit tespit etmişlerdir. Nitrit düzeyini Pirinçi ve Servi (26) Elazığ ve yöresindeki kuyu sularında 0.14-2.8 ppm, Yavuz ve ark. (38) Ankara'nın bazı ilçelerindeki kuyu sularında 0-16 ppm, Dağoğlu ve ark. (12) Van yöresindeki kaynak ve kuyu sularında 50-100 ppb, Özdemir ve ark. (21) Afyon bölgesi kuyu sularında 0.63 ppm, Verep ve ark. (34) İyidere deresinde 7.30 µg/l olarak saptamışlardır. Ayrıca, konu ile ilgili yapılan bir çalışmada (6) çeşitli illerden sağlanan toplam 597 adet içme suyu örneğinde ortalama nitrit düzeyi 0.12 mg/l olarak tespit edilmiştir. Van merkez ve ilçelerindeki içme sularında tespit edilen nitrit düzeyleri bu araştırma sonucuyla benzer bulunmuştur. Ancak, incelenen kuyu ve kaynak suları ile derelerde belirlenen ortalama değerler birçok araştırmacının (12,21,26,34,38) bulgularıyla benzerlik göstermemektedir.

Van merkez ve ilçelerindeki su kaynaklarında saptanan nitrit düzeyleri Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İstihsalı, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik (8)'te bildirilen kriterlere uygun bulunmamıştır. Ancak, belirlenen bu değerler İçme ve Kullanma Suları Standardı (7)'nde bildirilen maksimum değere uygunluk göstermiştir.

Araştırma sonuçları ve yukarıda açıklanan problemler dikkate alındığında; Van merkez ve ilçelerinde bulunan belediyelerin tespit edilen problemlerin çözümü, mevcut su kaynaklarının korunması, standartlara uygun nitelikte su sağlanması ve dağıtım konularında gerekli duyarlılığı göstermesi ve acilen tedbir almasının zorunlu olduğu kanaatine varılmıştır.

Sonuç olarak, özellikle nitrat düzeyi yüksek suların insanlar tarafından uzun süre ve fazla miktarda tüketimi zehirlenmelere sebep olacaktır. Halk sağlığını yakından ilgilendiren bu konuda ilgili kurumların uyarılması ve denetimlerin sıklaştırılması toplum sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

## **KAYNAKLAR**

- 1. Abercrombie FN, Caskey AL (1972):** The Spectrofotometric Determination of Nitrate in Water. Res.Rep. Univ. III. Urbana-Champaign, 49, 1-79.
- 2. Ağaoğlu S, Ekici K, Alemdar S, Dede S (1999):** Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. Van Tıp Derg., 6(2): 30-33.
- 3. Akgül A (1997):** Tıbbi Araştırmalarda İstatistiksel Analiz Teknikleri, SPSS Uygulamaları, YÖK Matbaası, Ankara.
- 4. Anonim (1995):** Türkiye'nin Çevre Sorunları'95. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Önder Matbaası, Ankara.

- 5. Anonim (1995):** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> Ed., American Public Health Association, A.P.H.A, AWWA & WEF, Washington.

- 6. Anonim (1996):** Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bursa.

- 7. Anonim (1997):** Sular-İçme ve Kullanma Suları. TS 266, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- 8. Anonim (2000):** Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İstihsalı, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik. 26 Temmuz 2000/24121 Sayılı Resmi Gazete, Başbakanlık Basımevi, Ankara.

- 9. Anonim (2004):** Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 31 Aralık 2004/25687 sayılı Resmi Gazete, Başbakanlık Basımevi, Ankara.

- 10. Atay D, Pulatsü S (2000):** Su Kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara Üniv. Zir. Fak. Su Ürünleri Yay. No: 1513, Ankara.
- 11. Cammack R, Joannou CL, Cui XY, Martinez CT, Maraj SR, Hughes MN (1999):** Nitrite and nitrosyl compound in food preservation. *Biochim. Biophys. Acta*, 1411(2-3): 475-488.
- 12. Dağoğlu G, Bildik A, Aksoy A (1995):** Van yöresindeki sulara nitrat ve nitrit düzeyi. *Fırat Üniv. Sağ. Bil. Derg.*, 9(2): 240-244.
- 13. Egemen Ö, Sunlu U (1999):** Su Kalitesi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yay. No: 14, İzmir.
- 14. Gray JI, Irvine DM, Kakuda Y (1979):** Nitrates and N-nitrosamines in cheese. *J. Food Prot.*, 42(3): 263-272.
- 15. Haugen KS, Semmens MJ, Novak PJ (2002):** A Novel in situ technology for the treatment of nitrate contaminated groundwater. *Water Res.*, 36: 3497-3506.
- 16. Kaplan A, Smith C, Promnitz DA, Joffe BI, Seftel HC (1990):** Methaemoglobinemia due to accidental sodium nitrite poisoning. Report of 10 cases. *S. Afr. Med. J.*, 77(6): 300-301.
- 17. Kaplan M, Sahriye S, Selim T (1999):** Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. *Türk J. Agric. For.*, 23: 309-313.
- 18. Kaya S (1995):** Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yay. No: 21, Ankara.
- 19. Keven F (2002):** Elazığ içme sularının yedi yıllık periyottaki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimi. *Gıda Derg.*, 27(5): 407-410.
- 20. Omurtag GZ (1992):** Marmara ve Trakya bölgelerindeki yeraltı ve yüzey sularının sentetik gübre atıklarıyla kirlenmeleri bakımından nitrat düzeylerinin saptanması. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 18: 9-21.
- 21. Özdemir M, Yavuz H, İnce S (2004):** Afyon bölgesi kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 51(1): 25-28.
- 22. Parsons ML (1978):** Is the nitrate drinking water standard unnecessarily low. current research indicates that it is. *Am. J. Med. Tech.*, 44: 952-954.
- 23. Patır B, Güven AM, Arslan A (1992):** Elazığ bölgesi içme ve kullanma, kaynak, kuyu ve göl sularının hijyenik kaliteleri üzerinde araştırmalar. *Fırat Üniv. Sağ. Bil. Derg.*, 6(1-2): 127-134.
- 24. Patterson RLS, Mottram DS (1974):** The occurrence of volatile amines in uncured and cured pork meat and their role in nitrosamine formation in Bacon. *J. Sci. Food Agric.*, 25: 1419-1425.
- 25. Pirinçi İ, Keleştimur H (1987):** Koyunlarda nitrat ve nitrit zehirlenmesi üzerine deneysel çalışmalar. *DOĞA TU Vet. Hay. Derg.*, 11(3): 255-265.
- 26. Pirinçi İ, Servi K (1993):** Elazığ bölgesinde kullanılan sulara nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *Fırat Üniv. Sağ. Bil. Derg.*, 7: 91-100.
- 27. Saatçi F, Altıntaş Ü, Anaç D, Vural S (1998):** Melez çayı (İzmir) içeriğindeki bazı organik ve inorganik kökenli maddeler ile ağır metallerin nitelik ve nicelik dağılımları üzerine araştırmalar. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 25(1): 137-151.
- 28. Scorer R (1974):** Nitrogen: a problem of decreasing dilution. *New Scientist*, 62: 182-184.
- 29. Sönmez S (1992):** Bursa Büyükşehir Belediyesi içme (baraj, kuyu ve kaynak) sularının bazı kimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik kirliliği üzerinde bir araştırma. *Uludağ Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 3(11): 1-9.
- 30. Speijers, GJA (1998):** Nitrate and Nitrite. Guidelines for Drinking Water Quality, 2<sup>nd</sup> Edition, Addendum to Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information, pp.63-80, WHO/EOS/98.1, World Health Organization, Geneva.
- 31. Stahr, H.M. (1977):** Analytical Toxicology Methods Manual. Iowa State Univ. Press, Ames-Iowa, USA.
- 32. Tekinşen OC, Yalçın S (1990):** Su Hijyeni ve Muayenesi. Selçuk Üniv. Aksaray Meslek Yüksek Okulu Ders Notları, Teksir No: 2, Aksaray.
- 33. Uçar S (1990):** Tekirdağ İçme Suyu, Kaynak Suyu, Kuyu Suyu, Deniz Suyunda Bakteriyolojik Kirlilik ve Nitrit Aranması Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.*
- 34. Verep B, Serdar O, Turan D, Şahin C (2005):** İyidere (Trabzon)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Çevre Derg.*, 14(57): 26-35.
- 35. Walley T, Flanagan M (1987):** Nitrite-induced methaemoglobinaemia. *Clinical Toxicology*, 63: 643-644.
- 36. Wirth F (1991):** Restricting and dispensing with curing agent in meat products. *Fleischwirtschaft*, 71(9): 1051-1054.
- 37. Yalçın S, Tekinşen OC, Nizamhoğlu M (1988):** Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. *Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 4(1): 83-89.
- 38. Yavuz H, Kaya S, Akar F (1993):** Hayvanlarda içme suyu olarak kullanılan kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeyleri. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 40: 16-22.