



**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI  
VFT-YL-2011-0001**

**AYDIN'DA İÇME SUYU NİTRİT VE NİTRAT  
DÜZEYLERİNİN YÜKSEK BASINÇLI SIVI  
KROMATOĞRAFİSİ (YBSK) İLE BELİRLENMESİ**

**Vet. Hek. Saliha Uçmakhoğlu**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Cengiz GÖKBULUT**

**AYDIN-2011**

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI  
VFT-YL-2011-0001**

**AYDIN'DA İÇME SUYU NİTRİT VE NİTRAT  
DÜZEYLERİNİN YÜKSEK BASINÇLI SIVI  
KROMATOĞRAFİSİ (YBSK) İLE BELİRLENMESİ**

**Vet. Hek. Saliha Uçmaklıoğlu**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Cengiz GÖKBULUT**

**AYDIN-2011**

**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Saliha UÇMAKLIOĞLU tarafından hazırlanan (Tezin Başlığı) başlıklı tez, 21.01.2011 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

<b><u>Unvanı, Adı ve Soyadı :</u></b>	<b><u>Üniversitesi :</u></b>	<b><u>İmzası:</u></b>
(Başkan) Prof. Dr Ferda AKAR	ADÜ Veteriner Fakültesi	.....
Doç. Dr. Cengiz GÖKBULUT	ADÜ Veteriner Fakültesi	.....
Doç. Dr. Cafer TURGUT	ADÜ Ziraat Fakültesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun ..... Sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Doç. Dr. Muharrem BALKAYA

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada Aydın ili sınırları içerisinde tüketilen 104 adet su örneği kullanıldı. Su örnekleri toplam bir yıl içerisinde yaz ve kış aylarında 71 adet artezyen, 22 adet kaynak, 11 adet şişe suyu olmak üzere toplandı. Toplanan örneklerde pH, nitrat ve nitrit düzeyleri tespit edildi. Nitrit ve nitrat düzeyinin tespitinde yüksek basınçlı sıvı kromatografisi, pH düzeyinin tespitinde ise elektronik pH metre kullanıldı. Ortalama nitrat seviyesi kış aylarında artezyen sularında  $21.84 \pm 29.96$ , kaynak sularında  $3.04 \pm 2.57$ , şişe sularında  $3.61 \pm 2.31$ , yaz aylarında ise artezyen sularında  $20.28 \pm 24.09$ , kaynak sularında  $3.41 \pm 2.85$ , şişe sularında  $2.87 \pm 2.31$  tespit edildi. Ortalama pH seviyesi ise kış aylarında artezyen sularında  $6.96 \pm 0.41$ , kaynak sularında  $7.41 \pm 0.35$ , şişe sularında  $7.45 \pm 0.31$ , yaz aylarında ise artezyen sularında  $6.95 \pm 0.27$ , kaynak sularında  $7.09 \pm 0.48$ , şişe sularında  $7.26 \pm 0.52$  olarak belirlendi. Kış mevsiminde alınan artezyen sularında Merkez Pınardere’de 1,26 ppm, Bozdoğan Çamlıdere’de 1,26 ppm nitrit belirlendi. Yaz ve kış mevsiminde alınan diğer numunelerde nitrit tespit edilmedi. Çalışma sonucunda Aydın ilinden kış ve yaz aylarında toplanan artezyen sularının bir kısmının içerdiği nitrat ve nitrit bakımından insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturabilecek düzeyde olduğu, pH bakımından ise bir risk içermediği tespit edildi.

Bu çalışma, “Aydın’da İçme Suyu Nitrit ve Nitrat Düzeylerinin Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (YBSK) ile Belirlenmesi” isimli ADÜ Araştırma Fonu Projesi (VTF-10024) olarak, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. İçme Suyunun Özellikleri.....	3
1. 2. Suyun pH'sı.....	6
1. 3. Su Kirliliği ve Nedenleri.....	6
1.4. Suda Nitrit ve Nitratın Varlığı.....	7
1.5. Nitrit ve Nitratın Metabolizmadaki Etkileri.....	10
2. GEREÇ VE YÖNTEM .....	13
2.1. Gereç.....	13
2.1.1.Örnekler.....	13
2.1.1.1. Örneklerin alınması ve saklanması.....	13
2.1.2. Kimyasallar.....	14
2.2.Yöntem.....	14
2.2.1.Standartların hazırlanması.....	15
2.2.2.YBSK sistemi.....	15
2.2.3.Örneklerin analizi.....	16
2.2.4.Metodun validasyonu.....	16
2.2.5.İstatistik analiz.....	16
3. BULGULAR.....	18
4. TARTIŞMA.....	27
5. SONUÇ.....	30
ÖZET.....	31
SUMMARY.....	33
TEŞEKKÜR.....	35

KAYNAKLAR.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	40

## KISALTMALAR DİZİNİ

- DSÖ : Dünya Sağlık Örgütü  
EEC : Avrupa Ekonomik Komitesi  
 $\mu\text{g}$  : Mikrogram  
EPA : Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency)  
ÖD 50: Öldürücü doz 50  
mg : Miligram  
ppm : Milyonda bir parçacık (Parts Per Million)  
L : Litre  
mm : Mili metre  
TSE : Türk Standartları Enstitüsü  
WHO : Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)  
YBSK: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1. 1. Suda bulunan başlıca maddeler ve kaynakları	4
Çizelge 1. 2. TSE 266, WHO ve Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre içme suyu standartları	5
Çizelge 2. 1. Aydın İli içme suyu numunelerinin ilçelere göre dağılımı	14
Çizelge 3. 1. Analizde kullanılan nitrit ve nitrat standart yoğunlukları ve YBSK’nde bunlara karşı elde edilen pik alanları	21
Çizelge 3. 2. Kış mevsimi numune alınan artezyen suları	22
Çizelge 3. 3. Kış mevsiminde numune alınan kaynak suları	23
Çizelge 3. 4. Yaz mevsiminde numune alınan artezyen suları	23
Çizelge 3. 5. Yaz mevsiminde numune alınan kaynak suları	24
Çizelge 3. 6. Kış mevsimi şişelenen şişe içme suları	25
Çizelge 3. 7. Yaz mevsimi şişelenen şişe içme suları	25
Çizelge 3. 8. Toplanan artezyen sularından 40 ppm üzerinde nitrat içeren örneklerin dağılımı	26
Çizelge.3. 9. Toplanan su örneklerinin ortalama nitrat ve pH değerlerinin mevsimsel ve kaynağına göre karşılaştırılmaları	26



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2. 1. İçme suyu örneklerinin toplandığı ilçeler ve örnek alım noktaları.	17
Şekil 3. 1. Nitrat ve nitrit bulunmayan boş su kromatogramı	19
Şekil 3. 2. 0,5 ppm nitrit (1. pik) ve nitrat (2. pik) içeren standarda ait kromatogram	19
Şekil 3. 3. ppm nitrit ve nitrat içeren standarda ait kromatogram	19
Şekil 3. 4. Nitrit ve nitrat içeren su örneğine ait kromatogram	20
Şekil 3. 5. Nitrat içeren su örneğine ait kromatogram.	20
Şekil 3. 6. Nitrit ve nitratın standart eğrileri	21

## 1. GİRİŞ

Su bütün canlıları yaşamları boyunca kendisine bağlayan ve onların yaşamlarını doğrudan etkileyen vazgeçilmez bir kaynaktır (Kılıç 2008). Günlük hayatta hem biz insanların hem de ayımsız tüm canlıların hayati fonksiyonlarını sürdürmesini sağlayan en önemli içecektir.

Su bilinen yaşam biçimleri için gerekli ve vazgeçilmez olan tatsız ve kokusuz bir maddedir. Canlıların yaşaması için hayati bir öneme sahiptir. Canlılık için gereken tüm fiziksel olaylar hep suyun özellikleri ile gelişebilmektedir. Vücut sıcaklığının düzenlenmesinde, derinin nemlenmesinde, toksinlerin atılmasında, vücudun temizlenmesinde temel bir göreve sahiptir. Böbreklerin çalışmasını kolaylaştırır. Çözücü rolüyle vitaminleri ve mineralleri taşır ve vücutta çözülmesini sağlar. Kayganlaştırıcı bir madde olması nedeniyle birçok organın gerektiği gibi çalışmasını sağlar.

Su tüm canlılar ve insan için biyolojik bir gereksinim değil, toplumlar için aynı zamanda ekonomik, toplumsal, kültürel yaşamında kendisidir. Fakat hayati öneme sahip olan bu kaynak, maalesef yeryüzünde sınırlı miktarda bulunmaktadır. Buna karşın dünya nüfusu hızla artmakta ve ekonomik gelişmeler bir yandan suya olan talebi artırmaktadır. Tüm bu gelişmeler belirli miktardaki su rezervlerini tehdit etmektedir. Bugün mevcut su kaynakları artan nüfus, küresel ısınma, tarım, sanayileşme ve kentleşme gibi unsurların tehdidi altındadır. Başta sanayileşme ve kentleşmenin yol açtığı kirlenmeler nedeniyle birçok su kaynağı kullanılamaz hale gelmiştir (Kılıç 2008).

Dünyadaki suyun %97,5 i okyanuslarda ve iç denizlerde tuzlu su olarak, %2,5'i ise tatlı su olarak bulunmaktadır. Ancak bu tatlı suyun %87'si buzullarda, toprakta,

atmosferde, yeraltı sularında bulunur ve kullanılamaz durumdadır. Tatlı su oranından geriye kalan %13lük suyun kullanılabilir ve içilebilir özellikte olduğu görülmektedir (Görer 2002 )

İnsanoğlu su ihtiyacını yüzeysel sulardan ve yeraltı su kaynaklarından sağlamaktadır. Tatlı suların en önemli kaynağı yağışlardır. Yeraltı suları; çığ, yağmur, kar, dolu vb. şeklinde yeryüzüne ulaşan yağışların toprak altına geçerek burada su geçirmeyen katmanlara ulaşması sonucu meydana gelir. Bu suların tekrar yeryüzüne çıkışı kaynak, pınar ya da artezyenler yoluyla olmaktadır. Yerçekiminin etkisiyle yeraltına sızan suların su geçirmez tabakaya rastlayarak burada birikmeleri ve kendilerine uygun bir yolu bularak yeryüzüne ulaşmalarıyla kaynak suları oluşur.

Yeraltındaki su geçirmez tabakanın yine yeraltındaki geniş mağaralarla sonuçlanması ve bu mağaraların boşluğunu suyun doldurarak burada birikmesi, biriken bu suya yeryüzünden sondaj yapılarak suyun yeryüzüne fıskırtılmasıyla artezyen kuyuları oluşur. Yeraltında oluşan geçirimsiz tabakanın çukur oluşu ve buralarda biriken suyun herhangi bir yere akamaması kuyu sularını oluşturur (Atay 2007).

Yeryüzünde ilk canlının oluşumundan bugüne canlıların kesinlikle vazgeçemediği şeylerden en önemlisi şüphesiz sudur. Dünyanın 2/3'si su olduğu gibi erişkin insan vücudunun da %60-70'i sudur. Henüz hayatın başlangıcında olan 3 aylık bir fetüsün %95'i sudur. İnsan gıda almadan yalnız su içerek yaklaşık 5-10 hafta hayatını sürdürebildiği halde susuzluğa ancak 4-10 gün dayanır (Velicangil 1980).

İnsanların bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri toplumların gelişmesinde temel etken olan ve bütün canlıların bağımlı olduğu su geçmişte uygarlıkların çöküp yok olmasına da neden olmuştur (Güler ve Çobanoğlu 1997).

Diğer sıvılarla karşılaştırıldığında suyun yüzeysel gerilimi oldukça yüksektir. Bu durum suyun birçok özelliğini etkilemektedir. Bilinen sıvılar içerisinde katı biçimi sıvı biçiminden daha az yoğun olan maddedir. Donduğunda meydana gelen %8 civarındaki genişlemeye bağlı olarak yoğunluğu düşer. Eğer suyun bu özelliği olmasaydı su donduğunda dibe çökecek ve biyosfer bugünkü olduğu yapıdan daha farklı olacaktı. Su tüm bu özelliklerine hiçbir maddeninkine benzemeyen kendine özgü molekül yapısına borçludur (Güler ve Çobanoğlu 1997).

## 1. 1. İçme Suyunun Özellikleri

Su canlıların yaşamı için vazgeçilmez bir unsur olduğuna göre suyun özellikleri onu kullanan canlıların sağlığı için son derece önemlidir. İçme ve kullanma sularının kalitesine etki eden parametreler ve içme suyunda aranan vasıflar göz önüne alındığında, tüketim amacıyla içimi güzel ve sağlığa uygun bir su verebilmek için belli standartların ortaya konulması gereği söz konusudur. Dünyanın çeşitli ülkeleri ile milletlerarası kuruluşlar, bu konuda standartlar ortaya koymuşlardır.

Sağlıklı ve temiz su, içerisinde hastalık yapıcı mikroorganizmaların vücutta zehirli etki yapacak maddelerin bulunmadığı sudur. İçme suyu güvenle içilen bir sudur. İçme suyu renksiz, tatsız, tortusuz ve kokusuz olmalıdır. Suyun sertliği ve pH değeri makul sınırlar içerisinde bulunmalıdır. İçinde fenoller ve yağlar gibi suya kötü koku veren tat ve yağlar bulunmamalıdır. Bazı kimyasal maddeler renk ve kokusunda önemli değişiklik yapmadan suya karışabilir. Ancak fazla miktarda katılmaları rengini ve kokusunu etkiler, içimini zorlaştırabilir. İçme suyunun lezzeti 8-16°C'de algılanır.

Tabiattaki suyun içilebilir, kullanılabilir ya da tarımda kullanılabilir su olabilmesi için suyun içinde bulunan maddelerin belirli bazı limitler arasında olması istenir. Bütün dünya da (WHO) ve ülkemizde (TSE 266) içme, kullanma, sulama koşullarına göre suların kullanımını belirleyen standart değerler bulunmaktadır (Varol ve Davraz 2008). Avrupa ekonomik komitesi (EEC) içme suyunda nitrat için belirlenen düzeyi 50 mg/L, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) içme suyu kalitesi rehberinde nitrat değerini 50 mg/L (50 ppm) olarak bildirilmektedir. Ülkemizde ise benzer şekilde sularda nitrat miktarı 45 mg/L, nitrit miktarı ise 0.05 mg/L'dir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Örgütü ise sularda nitrit için 1 mg/L, nitrat için ise en fazla 10 mg/L sınırlama getirmiştir.

**Çizelge 1.1.** Suda bulunan başlıca maddeler ve kaynakları (Anonim 2011).

İYONİK ÇÖZÜNÜMÜŞ			NONİYONİK ÇÖZÜNÜMÜŞ		
Kaynağı	Pozitif iyonlar	Negatif iyonlar	Askıda katı madde	Kolloidal	Gazlar
<b>Mineraller, katılar ve kayalar</b>	Sodyum Kalsiyum Magnezyum Potasyum Alüminyum Demir Manganez Bakır Çinko vs.	Bikarbonat Karbonat Klorür Florür Nitrat Fosfat Hidroksitler Boratlar Silikatlar Sülfat	Kil, kum ve diğer inorganik katılar	Kil Silikat Ferrikoksit Alüminyumoksit Magnezyumdioksit	Karbondioksit
<b>Atmosfer</b>	Hidrojen	Bikarbonat Klorür Florür	Toz-Polen		Karbondioksit Nitrojen Oksijen Sülfürdioksit
<b>Organik madde parçalanması</b>	Amonyak Hidrojen Sodyum	Klorür Bikarbonat Hidroksit Nitrit Nitrat Sülfür Organik radikaller	Organik katı, organik atıklar	Hümik madde içeren, doğal organik bileşikler, sebzelere rengini veren maddeler ve diğer organik atıklar	Amonyak Karbondioksit Hidrojen Metan Nitrojen Oksijen
<b>Yaşayan organizmalar</b>			Algler, diatomlar, Protozoa, balıklar vb	Virüsler, bakteriler Algler vb.	Amonyak Karbondioksit Metan
<b>Endüstriyel Alanlar</b>	Ağır metalleri içeren inorganik iyonlar	İnorganik iyonlar, organik moleküller	Kil, silt ve diğer inorganik katılar, Organik bileşikler, Yağ, korozyon ürünler, vb.	İnorganikler, VOC içeren doğal ve sentetik organik bileşikler, pestisidler, virüsler, bakteriler Protozoa	Klorür Sülfürdioksit

**Çizelge 1. 2** TSE 266, WHO ve Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre içme suyu standartları (Varol ve Davraz 2008).

Madde ismi	Müsaade edilebilen sınır (mg/L)	Maksimum değer	Parametrik değer	Tavsiye edilen yoğunluk değeri
<b>1. Zehirli maddeler</b>				
<b>Kurşun (Pb)</b>	-	0,05 mg/L	10 µg/L	0,05 mg/L
<b>Selenyum (Se)</b>	-	0,01 mg/L	10µg/L	0,01 mg/L
<b>Arsenik (As)</b>	-	0,05 mg/L	10µg/L	0,05 mg/L
<b>Krom (Cr)</b>	-	0,02 mg/L	50µg/L	0,05 mg/L
<b>2. Sağlığa etki eden maddeler</b>				
<b>Florür (F)</b>	1,0 mg/L	1,5 mg/L	1500µg/L	1,4 -2,4
<b>Nitrat (NO<sub>3</sub>)</b>	-	45,0 mg/L	50 mg/L	45
<b>3. İçilebilme özelliğine etki eden faktörler</b>				
<b>Renk</b>	5 birim	50birimTüketicilere kabul edilebilir		50 birim
<b>Bulanıklık</b>	5 birim	25 birim herhangi bir anormal değişim yok		25 birim
<b>Koku ve tat</b>	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz
<b>Buharlaştırma kalıntısı</b>	500 mg/lt	1500 mg/ lt	-	normal
<b>Demir (Fe)</b>	0,3 mg/lt	1 mg/lt	200 µg/l	-
<b>Mangan (Mn)</b>	0,1 mg/lt	1,5mg/lt	50 µg/l	0,3 mg/lt
<b>Bakır (Cu)</b>	1,0 mg/lt	1,5 mg/lt	2000 µg/l	0,05 mg/lt
<b>Çinko (Zn)</b>	5,0 mg/lt	15,0 mg/lt	-	1,0 mg/lt
<b>Kalsiyum (Ca)</b>	75,0 mg/lt	200 mg/lt	-	5,0 mg/lt
<b>Magnezyum (Mg)</b>	50,0 mg/lt	150,0 mg/lt	-	75,0–200,00 mg/lt
<b>Sülfat (SO<sub>4</sub>)</b>	200,0 mg/lt	400,0 mg/lt	250 mg/lt	-
<b>Klorür (Cl)</b>	200,0 mg/lt	600,0 mg/lt	250 mg/lt	-
<b>pH</b>	7,0–8,5	6,5–9,2	6,5–9,2	250 mg/lt
<b>Bakiye Klor</b>	0,1mg/lt	0,5 mg/lt	-	250 mg/lt
<b>Fenolik maddeler</b>	-	0,002 mg/lt	-	-
<b>Alkil benzensülfanot</b>	0,5 mg/lt	1 mg/lt	-	-
<b>Mg+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	500 mg/lt	1000 mg/lt	-	0,001–0,002 mg/lt
<b>4. Kirlenmeyi belirten maddeler</b>				
<b>Toplam Organik Madde</b>	3,5 mg/lt	-	-	-
<b>Nitrit</b>	-	-	0,05 mg/l	-
<b>Amonyak</b>	-	-	0,05 mg/l	-

## 1.2 Suyun pH'sı

İçme sularının pH'sı 7–8.5 arasında olmalıdır. Suyun alkali ya da asit tabiatını pH değeri belirler. pH değeri içerisinde bulunan hidrojen iyonları derişiminin negatif logaritmasıdır. pH düşüklüğü asit, yüksekliği ise baz özelliğini gösterir. Bu sınırdaki hipokloritin dezenfektan etkisi en istenen düzeydedir (Güler ve Çobanoğlu 1994). Asit suda pH: 7 den düşük, alkali suda ise pH: 7 den büyüktür.

Mineral maddelerin çokluğu suyu içilemez bir hale getirebilir. Suyun pH'sı suda kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar bulunursa alkali, fazla karbondioksit varsa asit olur. Suyun fazla alkali oluşu kokuşmanın varlığını gösterir. Suyun asitliği yüksek ise karbondioksitten başka asitler var anlamına gelir. Asitliği yüksek suların korozif özellikleri vardır. Suyun pH'sı nötr veya hafif alkali olmalıdır. Kaynak sularında pH 7.0–8.5, içme sularında pH 6.5–9.2 sınırları içinde olmalıdır (Dedekayaoğulları ve Onal 2009). Erzurum ili içme sularında yapılan bir çalışmada kuyulardan sağlanan şebeke sularında pH değeri ortalama 7.14, su depolarından sağlanan ise 7.25 olarak belirlenmiştir. Kuyu ve depo kaynaklı su numunelerinin pH değerleri arasında önemli bir fark tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ) (Koçak ve Güner 2009).

## 1. 3. Su Kirliliği ve Nedenleri

Su, hayat için vazgeçilmez olmasına rağmen, evsel, tarımsal ve sanayi atıklarından kaynaklanan nitrosaminler, insektisidler ve ağır metaller gibi bileşiklerle kirletilerek kalitesi azalabilmektedir (Houghton 1999). Türkiye'de içme ve kullanma sularının büyük bir kısmının yeraltı sularından temin edildiği ve bu suların sanayi, tarım ve hayvancılık atıkları ile barajların çevresinde oluşturulan yapılaşma ve katı atık depolama sahalarındaki sızıntılar sonucu kirlenmeye maruz kaldıkları bildirilmektedir (Tuncay 1994). Çoğunlukla suyun varlığı yeterli görülmemekte, kimyasal ve bakteriyolojik bileşimine dikkat edilmeden kullanılmaktadır. Ancak, büyük boyutlu sağlık problemleri ile karşılaşıldığında kullanılan suyun sağlığa zararlı olup olmadığı konusu ön plana çıkmaktadır. Bazı kimyasal maddelerin ve mikropların suda bulunması suyun kirlenmesine neden olur. Su kirliliği; genel anlamda, insan etkileri sonucunda kullanmayı kısıtlayan ya da engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri şeklinde tanımlanmaktadır (Munsuz ve Ünver 1995)

İçme amaçlı olarak kullanılan suların çeşitli nedenlerle fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliğe maruz kalması suyun içilebilir kalitesine olduğu kadar halk sağlığını da

önemli derecede etkilemektedir (Tekinşen ve Yalçın 1990). Yapılan bir araştırmada dünyadaki bütün hastalıklarının yaklaşık %80'nin temizlik koşullarının yetersizliği ve güvenilir su olmayışından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Her yıl Dünya da yarım fazlasını çocukların oluşturduğu 5 milyondan fazla kişi su kirliliğine bağlı olarak hayatını kaybetmiştir (Anonim 2007).

Nüfus artışı, hızlı kentleşme, evsel-endüstriyel ve tarımsal atıkların arıtma işi uygulanmadan sulara karışması mevcut su kaynaklarının kirlenmesine neden olur (Tuncay 1994).

Çeşitli faktörler nedeniyle kirlenme, yeraltı sularından okyanuslara kadar bütün suları etkilemektedir (Uslu 1995).

Su kirliliğine yol açan nedenleri kaynaklarına göre

- a. Tarımsal etkinliklerin neden olduğu kirlilik,
- b. Sanayinin neden olduğu kirlilik,
- c. Yerleşim alanlarından kaynaklanan kirlilik,

olmak üzere üç ana grupta toplamak mümkündür (Zengin 2002).

#### **1. 4. Suda Nitrit ve Nitratın Varlığı**

Nitrit ve nitrat doğal olarak toprak, su, bitkiler ve gıdalardan oluşan azotlu bileşiklerdir. Nitrit, nitratın, amonyak nitrojenin ve diğer nitrojenli organik maddelerin biyolojik yıkımlanması sonucu oluşabilir. 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 su kirliliği açısından önemli bileşenlerdir. Alıcı ortamlarda yüksek dozlarda bulunan nitrit, nitrat başta ötrofikasyon olmak üzere içme sularında toksik etki göstermektedirler (Karakaya ve ark 2008 ).

Yeraltı ve yerüstü sularının nitrit ve nitrat ile kontaminasyonu tüm dünya da oldukça yaygındır (Hallberg 1989, Puckett 1995) ve içme sularındaki seviyeleri de su



kalitesi için önemli bir göstergedir. Tarım alanları dışında, yüzey ya da yeraltı sularında genel olarak 0 -10 mg/L düzeyinde nitrat bulunmaktadır. Ülkemizde geçerli olan “Sular - İnsani Tüketim Amaçlı Sular” standardında (TS 266), nitrat için müsaade edilebilir maksimum değer 50 mg/L olarak tanımlanmaktadır. Avrupa birliği 50 mg/L’lik bir üst sınır getirirken, EPA (US Environmental Protection Agency) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10 mg/L Nitrat-N (45 mg/L Nitrat) üst sınır olarak tanımlanmaktadır (Othmer 1984). TS 266'ya göre içme sularında amonyak ve nitritin hiç bulunmaması istenmektedir (Erguvanlı ve Yüzer 1987). Serbest amonyak ve nitrit düşük miktarlarda bile insan ve hayvanlarda yüksek toksik etki yapmaktadır. İçme suyu kaynaklarının nitrat ile kirlenmesi, altı aydan daha küçük çocuklarda mavi bebek (methemoglobinemia) hastalığına ve yetişkinlerde sindirim sisteminde kansere neden olmaktadır (Wasik 2001, Philips 1971, Bruning-Fann ve Kaneene 1993).

Bilindiği üzere tarımda toprak dengesini sağlama ve bitkisel üretime destek amacıyla gübre ve idrar kullanımı yaygın bir uygulamadır. Toprağa uygulanan azot yalnız bitkiler tarafından alınmayıp, aynı zamanda fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerinde rol aldığı bir döngü içerisine girmektedir. Bitki tarafından kullanılmayan azot eğer üretim sisteminde mevcut ise, kirlilik yaratacak bir kaynaktır (Halvorson ve ark 2005). Su kaynaklarındaki fazla azot kullanımından dolayı oluşan nitrat birikimi, kirlilik riski oluşturarak insan sağlığını yakından tehdit etmektedir. Nitrat kirliliği özellikle içme sularının kaynağı olan yeraltı sularının yanı sıra yerüstü sularının kirliliği açısından da ciddi bir sorundur.

Toprakta oluşan nitratın bitkiler tarafından kısmen tüketilmesi durumunda, kalan nitrat yağmur suları ile topraktan suya geçmekte hem yeraltı sularını hem de yüzey sularını kirletmektedir. Diğer taraftan gereğinden fazla gübre kullanımı da toprağa ve dolayısıyla suya nitrat geçmesine yol açmaktadır. İdeal koşullarda toprağa atılan azotun % 50-70’inin bitkiler tarafından kullanıldığı, % 2-20’sinin buharlaşma yoluyla kaybedildiği, % 15-25’inin kil toprakta bulunan organikleriyle birleştiği ve geri kalan % 2-10’luk kısmının yüzey ve yer altı sularına karıştığı söylenmektedir. Ancak toprakta biriken nitratın suya geçişini etkileyen pek çok faktör bulunması nedeniyle, bu değerler değişebilmektedir. Etkileyen faktörler toprağın yapısı, bitkilerin azot gereksinimi, sıcaklık, yağmur, gübre kullanım miktarı, toprağın su içeriği vb.dir (Akkurt ve ark 2002).

Nitratlar organik maddelerin çözünmesiyle oluşan son maddeler olarak bilinmektedir. Nitratların suda bulunması, hayvan veya insan atıkları, sanayi atıkları ya da tarımsal gübrelerle su kaynağının bulaşık olduğunu gösterir. Nitrit organik maddelerin ayrışması sonucu meydana gelirken nitrat ise eriyebilme ve toprağın geçirgen özelliği nedeniyle kaynak sularına karışabilmektedir.

Nitrat ve nitritin içme suyunu kirletmesinin yanı sıra asırlardan beri nitrat ve nitrit tuzları normal tuzlarla birlikte et ve balıkların kürlenmesinde, peynir imalatında da kullanılmaktadır (Wirth 1986).

Dünyanın birçok yerinde Nitrat kirliliği su kalitesini etkileyen ana etken olarak tespit edilmektedir (Keeney 1982).

Yoğun tarım yapılmayan alanlardaki sularda genellikle göreceli olarak daha düşük, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda ise daha yüksek nitrat düzeyleri yaşanmaktadır. Yüzeysel ya da yeraltı sularında tarım alanları dışında tipik olarak 0-10mg/L düzeyinde nitrat bulunmaktadır. Ülkemizde geçerli olan 'Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular' standardında (TS 266), nitrat için müsaade edilebilir maksimum değer 50mg/L olarak tanımlanmaktadır. Avrupa Birliği 50 mg/L'lik bir üst sınır getirirken EPA (Environmental Protection Agency) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10 mg/L Nitrat-N (45mg/L Nitrat) üst sınır olarak tanımlanmaktadır (Othmer 1984).

Ülkemizde, Erzurum ili içme sularında yapılan çalışmalarda kuyulardan sağlanan şebeke sularının nitrat değerleri 66.87 mg/L, su depolarında gelen suların ortalama nitrat değerleri ise 38.37 mg/L olarak saptandığı, kuyulardan sağlanan şebeke sularının nitrat değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) yüksek olduğu bildirilmiştir (Koçak ve ark 2009). Yine Elazığ'da yapılan bir araştırmada kuyu sularında 0.14–2.8 ppm arasında nitrit, 4.92 -196.55 ppm arasında nitrat tespit edilmiş, kaynak sularında ise 5.41–88.56 ppm arasında nitrat düzeylerinin değiştiği bildirilmiştir (Pirinçci ve Servi 1993). İstanbul'da 7 adet kaynak suyunda yapılan bir araştırmada nitrat düzeylerinin 2.20–46.5 ppm arasında; 7 adet baraj suyunda 1.8–32.3 ppm arasında; 3 adet artezyen suyunda 6.2–81.9 ppm arasında; 3 adet musluk suyunda 1.8–59.3 ppm arasında; 3 adet kuyu suyunda 2.2–305.5 ppm arasında; 2 adet dere suyunda 4.4–27.9 ppm arasında olduğu tespit edilmiştir (Omurtag 1992). Yine Van'da yapılan bir araştırma da 50 adet kaynak suyunun

%8'nde 13.26 ppm, 40 adet kuyu suyunun %92,5 ise ortalama 70.8 ppm nitrat ve düşük düzeylerde ise nitrit saptanmıştır (Omurtag 1992).

Hayvan atıkları, gübreler nitrit ve nitrat kaynaklarının direk olarak kullanılması ve bozulmuş organik maddeler suyu kontamine edebilir. Bu yolla derin kuyular ve su kaynakları az kontamine olurken derin olmayan ve iyi izole edilmeyen kuyular kolaylıkla kontamine olabilirler. Amerika Birleşik Devletlerinde 605 adet domuz çiftliğinde yapılan bir araştırmada toplam 631 adet kuyu suyunun nitrit düzeyleri 0.15–7.90 ppm arasında nitrat düzeylerinin ise 0,25 ile 111.17 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bruning-Fann ve ark 1994).

İçme suyunda nitritin yüksek konsantrasyonlarda bulunması zehirlilik etkisi yapmaktadır. Genel olarak yeraltı sularında azot olarak 0.1 mg/L den fazla nitrit bulunmaz. Ayrıca sularda serbest amonyağın bulunması sudaki yakın kirlenmenin göstergesidir. Serbest amonyak ve nitrit düşük düzeylerde bile yüksek toksik etki yapmaktadır (Erguvanlı ve Yüzer 1987). TS 266'ya göre içme sularında amonyak ve nitratın hiç bulunmaması istenmektedir

### **1.5. Nitrit ve Nitratın Metabolizmadaki Etkileri**

Doğadaki bitkilerden gıda maddelerinin imalatında kullanımı ve su kaynaklarından fazla miktarda nitrat iyonu alındığında nitrat iyonunun bakteriyolojik olaylar neticesi nitrit iyonuna dönüşümü sonucu toksik etkiler ortaya çıkmaktadır.

Nitrat kendisi son derece güvenlidir; ama su ve besin maddeleri ile birlikte alındıktan sonra bir kısmı sindirim kanallarından emilirken bir kısmı da mikrobiyal kaynaklı enzimlerin etkisiyle sindirim kanalında amonyağa kadar (nitrat-nitrit-diazot oksit-hidroksilaminamonyak) indirgenir. Yalnız, alınan nitrat miktarı fazla olduğunda amonyağa indirgenme tepkisi sınırlanacağı için, ara yerde oluşan nitrit iyonu yoğunluğu giderek yükselir; nitrata göre 5–10 kez daha etkin veya zehirli olan nitrit iyonu sindirim kanalından hızla emilir. Dolaşıma giren nitrit iyonu alyuvarları ve damar düz kaslarını doğrudan etkiler; alyuvarlara nitrit iyonu klor ile yer değiştirir. Nitrit iyonu alyuvarlarda hemoglobini (Hb) methemoglobine (mHb) yükseltir. Bilindiği gibi, mHb'nin oksijeni bağlama ve taşıma yeteneği yoktur. Kan mHb düzeyi (Hb'ye göre) %5 -10 arasında olduğunda ilk siyanoz belirtileri görülür. Bu durum mHb şekillendikçe kötüleşir. Kan mHb oranı %50'yi aştığında, bilhassa etkin hayvanlarda ölüm gelişebilir, %80–90 olduğunda ise

doku oksijen açlığından ölüm kaçınılmazdır. Nitrit iyonunun damar düz kaslarında doğrudan etkiyerek oluşturduğu genişleme sonucu gelişen sistemik arteriyal kan basıncında düşme ve doku perfizyonunda azalma mHb'eminin etkilerinin kötüleşmesine önder olur. Kan basıncındaki düşme dolaşım yetmezliği sonucu gelişen şoktan ölüme yol açabilecek şiddette olabilmektedir. Nitrit ve nitrat yukarıdaki etkilerine ilaveten hayvanlarda vitamin A ve iyot metabolizmasının bozulmasına, verim ve canlı ağırlık kazancının düşmesine, yemden yaralanmanın zayıflamasına, bakar körlü yavru doğum sıklığının yükselmesine ve benzeri etkilere de yol açabilmektedirler (Kaya 2002).

Nitratın toksik etki meydana getirebilmesi için yüksek dozlarda alınması gerekirken (ÖD50 8-15GR), nitrit çok düşük dozlarda toksik etki meydana getirmektedir (Alçıçek ve Başlar 1995). Nitrat sıvı içeceklerle vücuda alındığında %90-100 oranlarında ince bağırsakta emilir. Büyük oranda vücuttan atılımı ise böbrekler başta olmak üzere dışkı ve tükürük yoluyla olmaktadır. Gıdalarla alınan nitrat ağız boşluğunda iken ağız florasındaki bakteriler tarafından kısmen nitrite indirgenir. Geri kalan kısmı mide barsak sistemine geçer. Kana karışan nitratın bir kısmı tükürük bezleri aracılığı ile tekrar ağız boşluğuna salgılanır ve nitrite indirgenmesi devam eder. Dolaşıma giren nitrit iyonu 2 molekül hemoglobinle (Hb) tepkimeye girerek metheboglobin oluşturur. Methomoglobin oksijen taşıma kabiliyeti oldukça azdır. Nitratlar başta dolaşım sistemi olmak üzere tüm damar düz kaslarını gevşetici etkiye sahiptir. Methoboglobinin oluşumu yanı sıra damar düz kaslarının gevşemesi hayati organ ve dokulara yeteri kadar kan gitmemesi ile sonuçlanır. (Kaya ve ark 2002) Yüksek miktarda nitrat içeren su tüketimi ciddi zehirlenmelere ve ölümlere neden olabilir. Uzun süre maruziyet durumunda ise diürezis, dalakta sertleşme ve kanama odakları dikkati çeker. (EPA, 2006) 1992-1997 yılları arasında İsrail'de sığırlarda nitratla 4 akut zehirlenme olayında 48 hayvan ölmüş 28 gebe inekte yavru atmıştır (Yeruham, Shlosberg, Hanji, Bellaiche, Marcus ve Liberboim 1997). Yine 1988 yılında Kanada'da 16 besi sığırı otlakta ölü olarak bulunmuş ve yapılan araştırmalarda suların nitrat içeren gübrelerle kontamine olduğu tespit edilmiştir (Yong ve ark 1990).

Nitrit ve nitratların A vitamini, E vitamini ve iyot metabolizmasına da olumsuz etkileri vardır. Nitratın tiroit bezine iyot girişini engellediği ve buna bağlı tiroit bezinde büyümenin meydana geldiği, hayvanlarda beta karotenden vitamin A oluşumunu engellediği ve sindirim kanalında vitamin A'nın parçalanmasına yol açtığı bildirilmiştir. (Bruning-Fann ve Kaneene 1993).

Nitratın içme suyu kaynaklarını kirletmesi 6 aydan daha küçük çocuklarda mavi bebek (Methemoglobinemi) hastalığına ve yetişkinlerde sindirim sisteminde kansere neden olmaktadır (Wasik ve ark 2001). Yeraltı sularından elde edilen toz ürünlerin bebek yiyeceği olarak kullanılmaması gerekir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda bebeklerdeki methemoglobinemi oluşması ile içme suyundaki nitrat arasında direk bir bağlantı kurulmasının doğru olmayacağı bildirilmiş, nitratın bu hastalığın oluşmasındaki birçok faktörden biri olabileceği sonucuna varılmıştır (Fewtrell 2004 ).

## **2. GEREÇ VE YÖNTEM**

### **2.1. Gereç**

#### **2.1.1. Örnekler**

Araştırmanın materyalini oluşturan içme su örnekleri, Merkez İlçe başta olmak üzere toplam 15 ilçeden (Merkez İlçe, Çine, Karpuzlu, İncirliova, Germencik, Söke, Kuşadası, Didim, Koçarlı, Köşk, Yenipazar, Sultanhisar, Nazilli, Kuyucak, Bozdoğan) ve bunlara bağlı belde ve köylerden rastgele belirlenmiş şebeke suyu, içme şebeke suyu, halk çeşmeleri, kuyu suları, içme suyu satış noktalarından, bölgede satılan bidon suları ve marketlerde satılan içme sularından ve en az 300 ml olacak şekilde temin edilmiştir. Alınan su numunelerinin yerleri Aydın İl haritası üzerinde (Şekil 2.1) ve ilçelere göre sayısal dağılımları da Çizelge 2.1’de gösterilmiştir. Örnek alımı 2009- 2010 yıllarında, bölgenin yağışlı olduğu kış-ilkbahar ayları ve uzun süre yağışların görülmediği yaz sonu–sonbahar aylarında yapılmış olup toplam 104 adet içme su örneği toplanmıştır.

#### **2.1.1.1. Örneklerin alınması ve saklanması**

Örnek alımı esnasında burgu kapaklı cam şişeler kullanılmış, su şişelere doldurulmadan önce su kaynaktan bir süre akıtılmış, şişeler ve kapakları numune alınacak su ile 8-10 kere doldurulup boşaltıldıktan sonra şişenin ağzı kaynağın akıtıldığı ağza değdirilmeden doldurularak kapakları sıkıca kapatılmıştır. Şişeler üzerine aşağıdaki bilgileri gösteren bir etiket ilâştirilmelidir.

Su kaynağının adı:

Su kaynağının yeri:

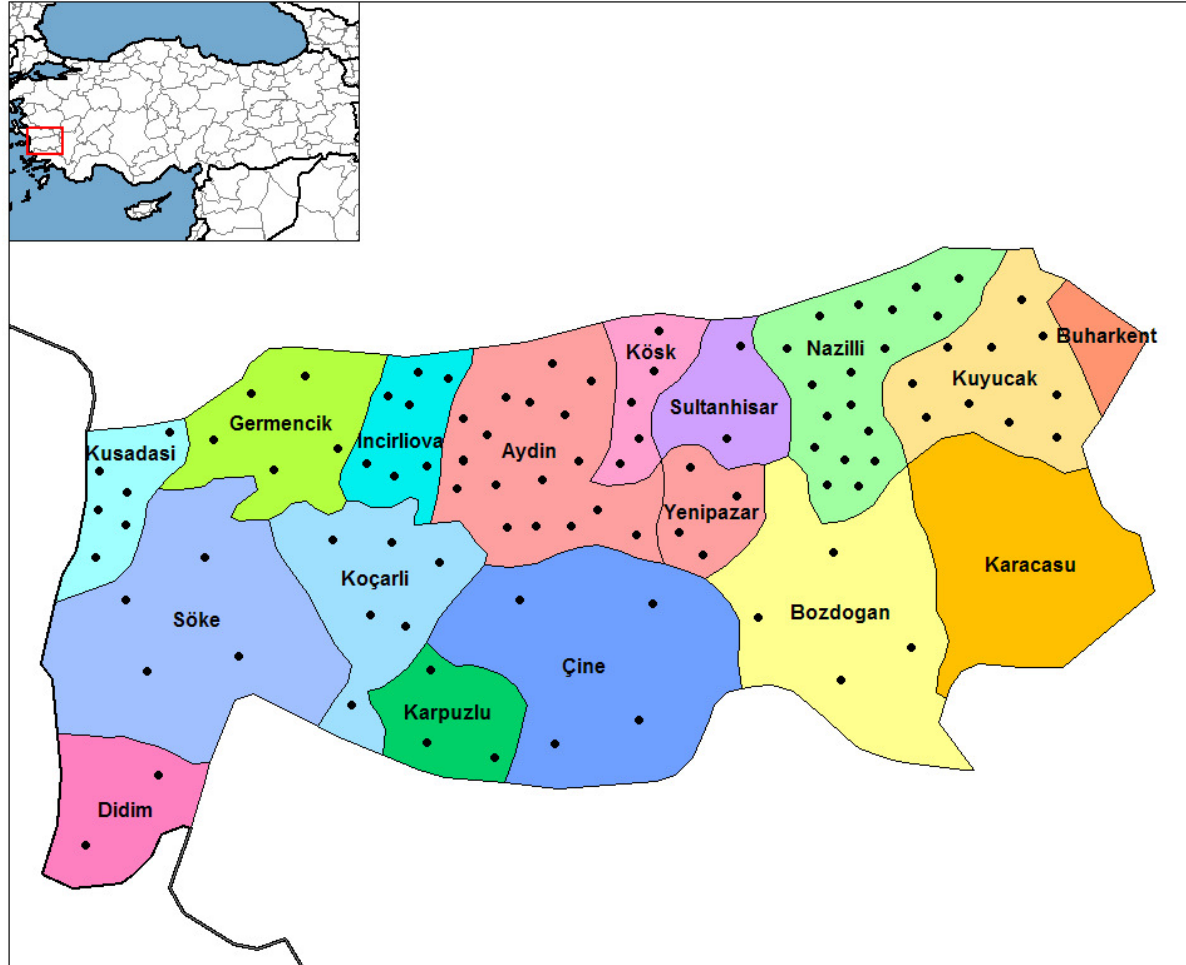
Numunenin alındığı tarih ve saat:

Toplanan numuneler analiz edilene kadar 4°C’de ve karanlık ortamda bekletilmiştir.

**Çizelge 2. 1.** Aydın İli içme suyu numunelerinin ilçelere göre dağılımı

İlçe Adı	Numune sayısı	İlçe Adı	Numune sayısı
Merkez	17	Didim	2
Çine	4	Koçarlı	6
Karpuzlu	3	Köşk	5
İncirliova	7	Yenipazar	4
Germencik	5	Sultanhisar	2
Söke	4	Nazilli	18
Kuşadası	6	Kuyucak	10
Bozdoğan	4		

Şekil 2. 1. İçme suyu örneklerinin toplandığı ilçeler ve örnek alım noktaları.





### **2.1.2. Kimyasallar**

Analitik standart olarak kullanılan soyum nitrit ve sodyum nitrat ve mobil faz için kullanılan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ve  $\text{NaHCO}_3$  Sigma-Aldrich'den satın alınmıştır. Analizlerde ultra saf su (Milli Q, Millipore, MA, USA) kullanılmıştır.

### **2.2.Yöntem**

Toplanan içme suyu örneklerinin pH değerleri bir pH-metre (WTW pH 300i Meter) aracılığı ile belirlendikten sonra, nitrit ve nitrat düzeyleri yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (YBSK) ile Bilim Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde daha önce geliştirdiğimiz basit ve hızlı bir metoda göre (Gökbulut ve Turgut 2009) analiz edilmiştir.

#### **2.2.1.Standartların hazırlanması**

Nitrit ve nitrat ana stok standardı (200 ppm) solvent olarak ultra saf su kullanılarak günlük olarak hazırlanmıştır. Bu stok kullanılarak önceden ultrasaf su ile temizlenmiş 100 ve 50 ml'lik balon şişelere yoğunlukları 0.05, 0. 5, 1, 5, 10, 50 ve 100 ppm olacak şekilde çalışma standart solüsyonları hazırlanmıştır.

#### **2.2.2. Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (YBSK) sistemi**

Nitrit ve nitratın analizi için hareketli faz olarak 1.8 mM  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ve 1.7 mM  $\text{NaHCO}_3$  karışımı, 4 girişli pompa (Agilent 1100 Seri QuatPump, Waldron, Almanya) aracılığı ile akış hızı dakikada 1 ml olmak üzere sisteme izokratik olarak pompalandı ve piklerin çıkış sürelerine göre her bir analiz 8 dakikada tamamlandı. Her iki molekülün analizi için kolon olarak bir iyon kromatografi kolonu olan Sorex ICSI-90E (250 mm  $\times$  4.00 mm) ve kolon koruyucu olarak nükleosil  $\text{C}_{18}$  (Phenomenex, Cheshire, İngiltere) kartuş kullanıldı. Analizler dalga boyu 220 nm'ye ayarlanan DAD dedektörde (Agilent 1100 Seri,

FLD Waldron, Almanya) yapıldı. Analiz için hem standart hem de örnekler cihaza 25 µl enjekte edildi. YBSK'sinin analiz ayarları özet olarak aşağıda da sıralanmıştır.

YBSK Modeli: Agillent 1100 serisi

Mobil faz: 1. 8 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve 1.7 mM NaHCO<sub>3</sub>

Kolon: Sodex ICSI-90E iyon kromatografi kolonu (250 mm × 4.00 mm)

Kolon fırın ısısı: 35°C

Pompa: Düşük basınçlı 4 kanallı gradient

Akış hızı: 1 ml/dak, izokratik

Enjeksiyon miktarı: 25 µl

Dedektör: Fotodiyot Sıralı Dedektör (DAD, 220 nm)

Analiz süresi: (8 dakika)

### 2.2.3. Örneklerin analizi

Daha sonra, öncesinde ultra saf su ile yıkanmış 2 ml'lik viallere aktarılıp etiketlenen su örnekleri direkt olarak YBSK'sine uygulanarak nitrit ve nitrat seviyeleri tespit ölçülmüştür. Analizlerde her 4 adet örnek analizini takiben 1 standart analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen her iki pik alanları kullanılarak standart eğriden örneklerdeki nitrit ve nitrat seviyeleri ppm (mg/L) cinsinden belirlenmiştir.

**pH değerinin ölçülmesi:** Numunelerin pH değerinin saptanması elektronik bir pH metre (WTW pH 300i Meter) kullanılarak belirlenmiştir. Her ölçümden sonra pH metrenin probu ultra saf su ile yıkanmıştır.

#### **2.2.4. Metodun validasyonu**

Her iki iyon için ayrı ayrı dedeksiyon limitleri, hazırlanan standart solüsyonlarının duyarlılıkları, doğrusal analiz sınırları ve doğrulukları belirlenmiştir. Her analizde önce ultra saf su örneği analiz edilerek herhangi bir kontaminasyonun olmadığı teyit edilmiştir. Analizin doğrusallığı 0.5 ve 100 ppm arasında yedi farklı yoğunlukta hazırlanan sodyum nitrit ve sodyum nitrat standart solüsyonları ile belirlenmiştir. Analit yoğunluklarına karşı pik alanlarının doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.

Boş su analizi sonucu elde edilen kromatogramın gürültüsünün üç katı dedeksiyon limiti, boş kromatogram gürültüsünün 10 katı da her iki iyon için tespit limiti olarak kullanılmıştır.

#### **2.2.5. İstatistik analiz**

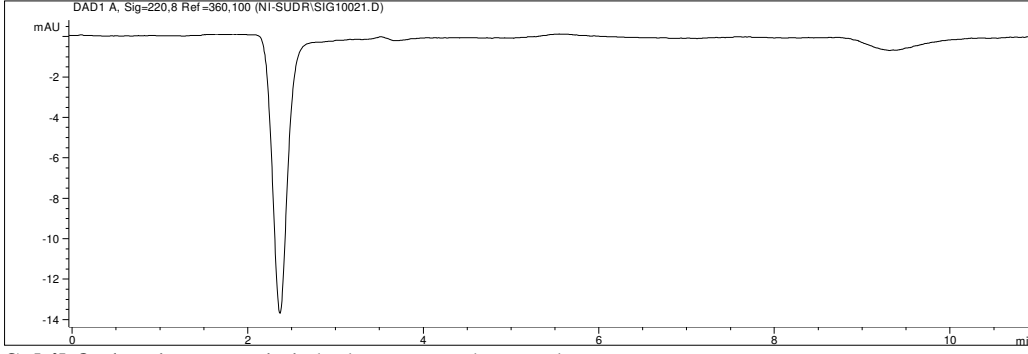
Su örneklerinin nitrit ve nitrat düzeylerinin mevsimsel ve suyun niteliğine göre (kaynak, artezyen veya şişe suyu) istatistik karşılaştırılmaları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır (Minitab 15, Minitab Inc., ABD) ve  $P < 0.05$  olduğu değerler istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR

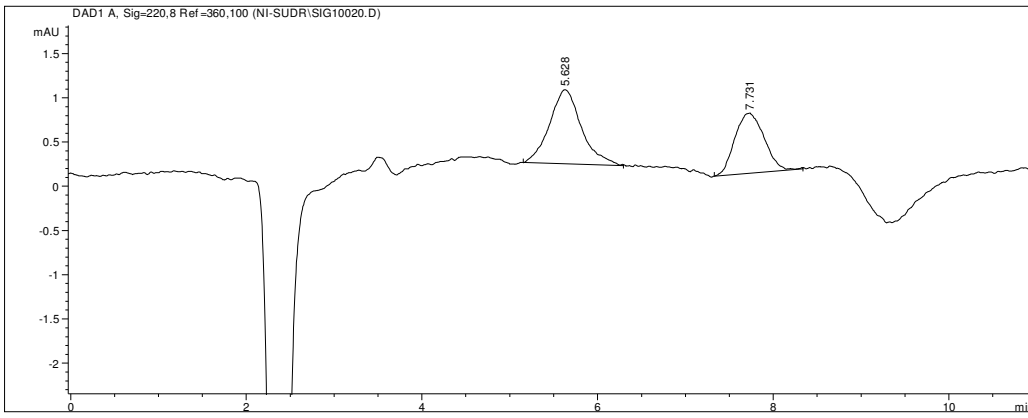
Analizlere ait boş, 0.5 ppm, 1 ppm ve örneklerde saptanan nitrit ve nitratın kromatogramları sırasıyla Şekil 3. 1 ve Şekil 3. 2 de verilmiştir.

Her iki iyon içinde tespit limiti 0.5 ppm olarak belirlendi. Şişelenmiş ve şebeke içme sularında nitrit örneklerin çoğunda belirleme limitinin altında buna karşın nitrat bütün örneklerde ve çok daha yüksek yoğunluklarda saptandı. Buna göre kalibrasyon eğrisinin aralığı her iki iyon için de 0.5–100 mg/L olarak belirlendi. Test edilen bu aralıkta nitrit ve nitratın kalibrasyon eğrileri doğrusal bulundu (Şekil 3.6). Nitrit için kalibrasyon eğrisi eşitliği: pik alanı =  $212.3 \times \text{NO}_2 + 19.22$  ve korelasyon katsayısı  $r^2=0.99999$ ; nitrat için kalibrasyon eğrisi eşitliği: pik alanı =  $112 \times \text{NO}_3$  ve korelasyon katsayısı  $r^2=0.99988$  olarak hesaplandı.

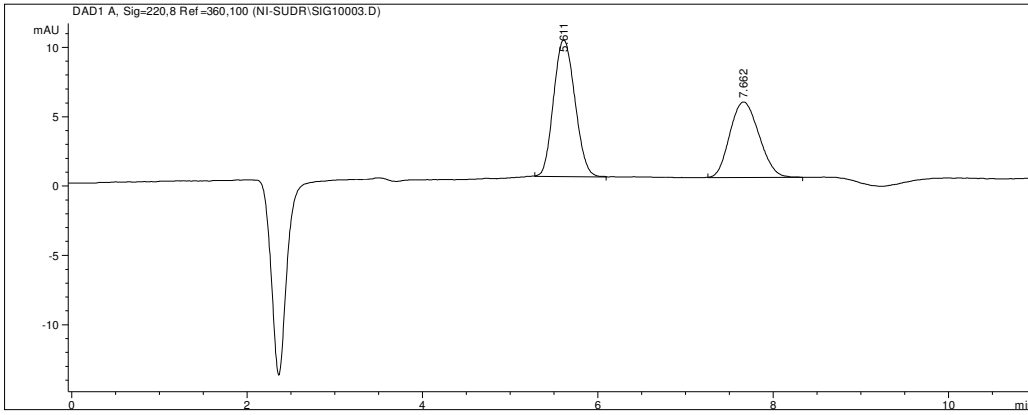
Toplanan tüm örneklerin nitrat ve nitrit ile pH değerleri Çizelge3. 2, Çizelge 3. 3, Çizelge3. 4, Çizelge 3. 5, Çizelge 3. 6 ve Çizelge 3. 7’de gösterilmiştir. Ayrıca toplanan numunelerden nitrat seviyeleri 40 ppm’in üzerinde olanlarda Çizelge 3. 8’de de gösterilmiştir. Buradaki sonuçlara göre örnekler arasında, nitrat değerlerinde mevsimsel istatistiksel bir fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Buna karşın artezyen sularının nitrat seviyeleri kaynak suları ve şişe sularınınkinden istatistiksel olarak daha yüksek ( $p<0.05$ ) tespit edildi.



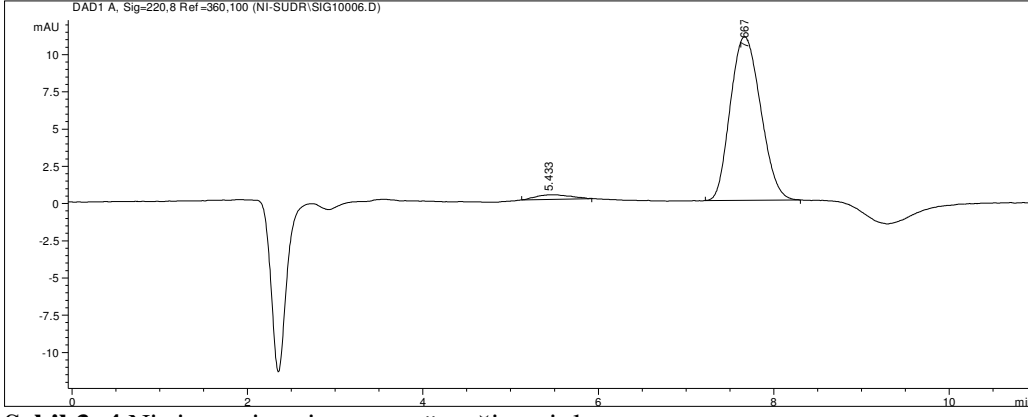
Şekil 3. 1. Nitrat ve nitrit bulunmayan boş su kromatogramı



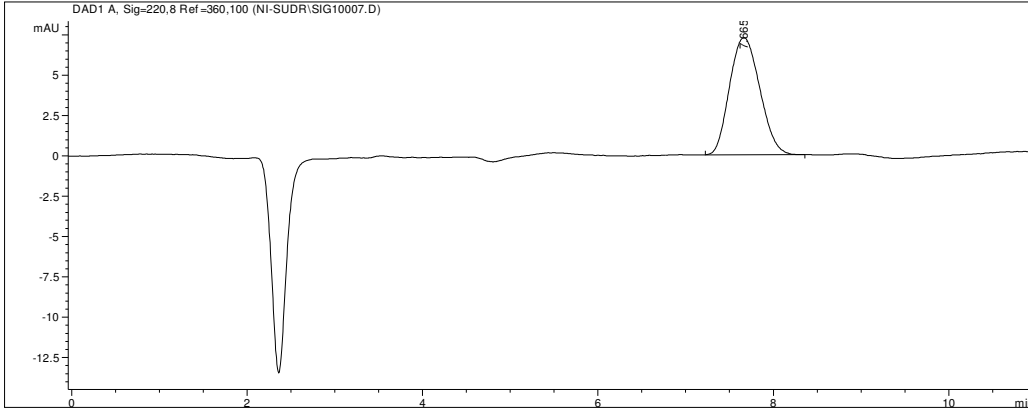
Şekil 3. 2. 0,5 ppm nitrit (1. pik) ve nitrat (2. pik) içeren standarda ait kromatogram.



Şekil 3. 3. 1 ppm nitrit ve nitrat içeren standarda ait kromatogram.



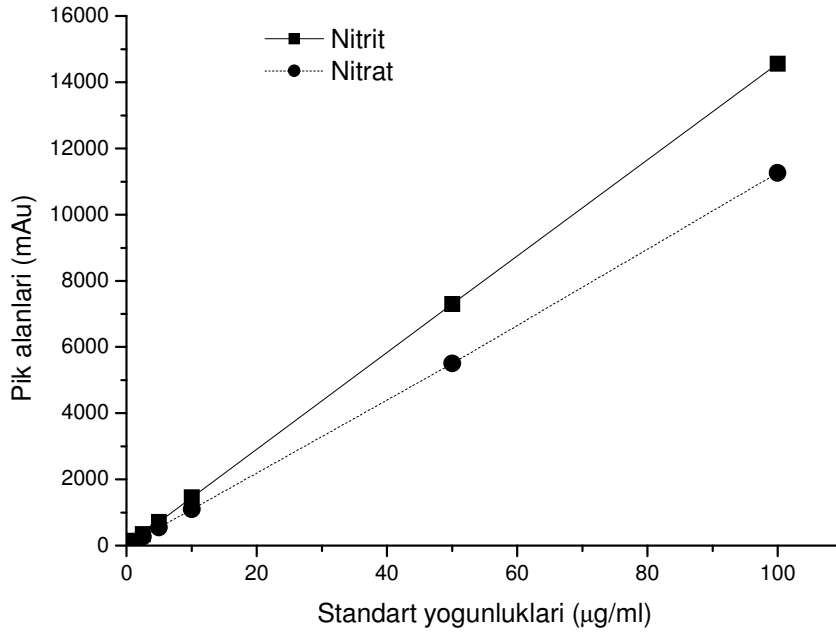
Şekil 3. 4 Nitrit ve nitrat içeren su örneğine ait kromatogram.



Şekil 3. 5. Nitrat içeren su örneğine ait kromatogram.

**Çizelge 3. 1.** Analizde kullanılan nitrit ve nitrat standart yoğunlukları ve YBSK'nde bunlara karşı elde edilen pik alanları.

Standart yoğunlukları (mg/L)	Pik alanı (Nitrit)	Pik alanı Nitrat
100	14556	11261
50	7300	5500
10	1450	1093
5	722	550
2,5	351	269
1	142	114
0,5	70	60
$r^2$	<b>0,999967</b>	<b>0,999878</b>



**Şekil 3. 6.** Nitrit ve nitratın standart eğrileri

**Çizelge 3. 2.** Kış mevsimi numune alınan artezyen suları

Numunenin alındığı yer	Numunenin alındığı tarih	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	pH
Merkez Dereköy	30.03.2010	-	43,76	6,42
Merkez Kardeşköy	17.02.2010	-	4,06	7,05
Merkez Kuyulu	31.03.2010	-	5,66	7,36
Merkez Işıklı	07.03.2010	-	6,47	7,04
Merkez Pınardere	10.02.2010	1,26	1,11	6,65
Söke Sazlıköy 1	28.02.2010	-	39,94	7,15
Çine Çaltı	02.04.2010	-	158,39	7,04
Çine 1	02.04.2010	-	3,03	6,72
Çine 2	04.04.2010	-	3,01	6,51
Karpuzlu 1	22.02.2010	-	0,89	7,76
Karpuzlu 2	22.02.2010	-	3,15	7,57
Karpuzlu 3	02.04.2010	-	6,24	7,27
İncirliova	17.02.2010	-	12,01	6,96
Söke	23.02.2010	-	6,45	7,03
Kuşadası Çamlık	01.04.2010	-	17,76	6,52
Kuşadası Kirazlı Yolu	01.04.2010	-	6,47	7,1
Kuşadası 1	01.04.2010	-	6,5	7,18
Kuşadası 2	01.04.2010	-	6,34	7,24
Merkez Umurlu	24.02.2010	-	16,1	7,63
Köşk	05.03.2010	-	10,43	6,4
Yenipazar Alhan köyü	03.04.2010	-	54,02	6,86
Yenipazar Donduran köyü	03.04.2010	-	1,37	6,54
Yenipazar	03.04.2010	-	43,31	6,31
Yenipazar Tarla	03.04.2010	-	40,68	6,37
Bozdoğan Yakaköy	01.04.2010	-	1,97	6,15
Bozdoğan	01.04.2010	-	1,47	6,93
Bozdoğan Altınbaş Köyü	05.04.2010	-	1,47	6,94
Bozdoğan Çamlıdere	05.04.2010	1,26	5,28	6,51
Sultanhisar Kavaklı köyü	05.03.2010	-	18,58	7,31
Nazilli Durasıllı	05.03.2010	-	50,87	6,93
Nazilli Güzelköy	05.03.2010	-	19,24	6,54
Nazilli Hamzalı	05.03.2010	-	42,54	7,07
Nazilli İsabeyli	05.03.2010	-	7,21	7,75
Köşk Salâvatlı	05.03.2010	-	8,48	7,63
Kuyucak Kurtuluş	05.03.2010	-	76,48	7,05
Germencik	17.02.2010	-	21,99	7,04
Germencik Neşetiye	01.04.2010	-	55,26	6,91



**Çizelge 3. 3.** Kış mevsiminde numune alınan kaynak suları

Numunenin alındığı yer	Numunenin alındığı tarih	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	pH
Kuşadası Davutlar Ağaçlıköyü	27.03.2010	-	2,45	6,9
Köşk	05.03.2010	-	2,94	7,54
Atça 2	05.03.2010	-	6,92	7,82
Atça 2	05.03.2010	-	6,89	7,75
Nazilli Durasıllı	05.03.2010	-	0,23	7,69
Nazilli Hamzalı 1	05.03.2010	-	0,25	7,55
Nazilli Hamzalı 2	05.03.2010	-	0,43	6,91
Kuyucak Horsunlu 1	05.03.2010	-	2,58	7,33
Kuyucak Horsunlu 2	05.03.2010	-	3,04	7,45
Kuyucak Horsunlu 3	05.03.2010	-	2,96	7,02
Nazilli İsabeyli	05.03.2010	-	6,9	7,83
Kuyucak Kurtuluş	05.03.2010	-	0,9	7,07

**Çizelge 3. 4.** Yaz mevsiminde numune alınan artezyen suları

Numunenin alındığı yer	Numunenin alındığı tarih	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	pH
Merkez Baltaköy	07.07.2010	-	12,18	6,5
Merkez Şehiriçi	04.08.2010	-	17,81	6,9
Merkez Işıklı 1	14.06.2010	-	3,19	6,47
Merkez Savrandere	27.09.2009	-	95,83	6,96
Merkez İmamköy	10.06.2010	-	18,35	6,82
Merkez Kızılcaköy	17.06.2010	-	3,46	6,73
Merkez Pınardere köyü	01.10.2010	-	37,46	6,83
Merkez Şahnalı	10.06.2010	-	2	6,75
Koçarlı Tekeli	02.08.2010	-	96,87	6,9
Koçarlı	17.06.2010	-	3,49	6,57
Koçarlı Tekeli 1	16.06.2010	-	2,91	6,52
Koçarlı Tekeli 2	16.06.2010	-	6,7	7,26
Koçarlı Karacaören	07.07.2010	-	5,01	6,95
Merkez 1	15.06.2010	-	16,02	6,85
Merkez 2	15.06.2010	-	3,64	7,11
İncirliova Sandıklı 1	25.09.2010	-	3,46	6,99
İncirliova Sandıklı 2	25.09.2010	-	1,2	7,03
İncirliova Osmanbükü köyü	11.09.2010	-	2,5	7,26
İncirliova Acarlar	30.08.2010	-	11,85	7,19
İncirliova Yazıdere	27.07.2010	-	13,17	6,87

Germencik Turanlar 1	14.06.2010	-	71,83	6,8
Germencik Turanlar 2	07.07.2010	-	9,91	6,72
Söke Sazlıköy 1	28.09.2010	-	38,76	7,3
Kuşadası Davutlar	11.07.2010	-	26,78	6,93
Köşk Merkez	30.09.2009	-	13,57	7,15
Atça 1	12.09.2009	-	22,49	7,99
Sultanhisar Kavaklı Köyü	30.09.2009	-	51,85	6,59
Nazilli Durasıllı	30.09.2009	-	45,3	6,96
Nazilli 1	28.07.2010	-	7,46	7,18
Nazilli 2	28.07.2010	-	30,14	6,92
Nazilli Hamzalı	28.07.2010	-	40,41	6,81
Kuyucak Horsunlu 1	12.09.2009	-	21,81	7,19
Kuyucak kurtuluş	09.09.2009	-	3,4	6,66
Kuyucak çamdibi köyü	28.06.2010	-	1,22	6,99
Söke Sazlıköy 2	28.09.2010	-	6,67	7,15
Germencik	14.06.2010	-	10,49	6,84
İncirlioiva	14.06.2010	-	8,69	6,91
Didim 1	21.07.2010	-	8,19	7,13
Didim 2	21.07.2010	-	6,75	7,02

**Çizelge. 3. 5.** Yaz mevsiminde numune alınan kaynak suları

Numunenin alındığı yer	Numunenin alındığı tarih	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	pH
Çine Madran	22.07.2010	-	1,11	7
Merkez Konuklu köyü	28.09.2010	-	1,1	6,95
Köşk Merkez	30.09.2009	-	2,94	7,28
Atça 1	12.09.2009	-	7,78	7,61
Nazilli Durasıllı	30.09.2010	-	0,27	7,09
Nazilli Dalıca	24.07.2010	-	7,51	7,32
Nazilli İsabeyli	12.09.2009	-	6,58	7,48
Kuyucak Kurtuluş	21.10.2009	-	2,3	7,45
Kuyucak Çamdibi köyü 1	28.06.2010	-	1,11	6,67
Koçarlı Kızılkaya	17.06.2010	-	3,36	6

**Çizelge.3. 6.** Kış mevsimi şişelenen şişe içme suları

Numunenin markası	Numunenin dolum (şişeleme) tarihi	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	pH
Şırlan	08.02.2009	-	6,72	7,45
Pınar	13.05.2010	-	1,49	7,84
Erikli	27.04.2009	-	2,02	7,76
Aroma	29.03.2010	-	2,23	7,1
Hayat Danone	03.06.2010	-	2,86	7,13
Çine Topçam madran bidon suyu	06.02.2010	-	6,34	7,41

**Çizelge 3. 7.** Yaz mevsimi şişelenen şişe içme suları

Numunenin markası	Numunenin dolum (şişeleme) tarihi	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	pH
Şırlan	26.07.2010	-	6,85	6,57
Pınar	08.10.2009	-	1,87	7,74
Erikli	24.07.2010	-	1,67	7,81
Hayat Danone	10.09.2009	-	2,86	7,17
Çine Madran	22.07.2010	-	1,11	7

**Çizelge 3. 8.** Toplanan artezyen sularından 40 ppm üzerinde nitrat içeren örneklerin dağılımı.

Artezyen suyu örnek yeri (Kış dönemi)	Nitrat (ppm)	pH	Artezyen suyu örnek yeri (Yaz dönemi)	Nitrat (ppm)	pH
Merkez Dereköy	43.76	6.42	Merkez Savrandere	95.83	6.96
Çine Çaltı	158.39	7.04	Koçarlı Tekeli	96.87	6.9
Yenipazar Alhanköyü	54.02	6.86	Germencik Turanlar 1	71.83	6.8
Yenipazar	43.31	6.31	Sultanhisar Kavaklı Köyü	51.85	6.59
Yenipazar Tarla	40.68	6.37	Nazilli Durasılı	45.3	6.96
Nazilli Durasılı	50.87	6.93	Nazilli Hamzalı	40.41	6.81
Nazilli Hamzalı	42.54	7.07			
Kuyucak Kurtuluş	76.48	7.05			
Germencik Neşetiye	55.26	6.91			

**Çizelge 3. 9.** Toplanan su örneklerinin ortalama nitrat ve pH değerlerinin mevsimsel ve kaynağına göre karşılaştırılmaları.

Su çeşidi	Nitrat (ppm)		pH	
	Kış	Yaz	Kış	Yaz
Artezyen (n=37 vs. 38)	21.84±29.96*	20.28±24.09*	6.96±0.41 <sup>&amp;</sup>	6.95±0.27 <sup>&amp;</sup>
Kaynak (n=12 vs. 10)	3.04±2.57	3.41±2.85	7.41±0.35	7.09±0.48
Şişe (n=6 vs. 5)	3.61±2.31	2.87±2.31	7.45±0.31	7.26±0.52

\*Kış ve yaz mevsimlerinde toplanan su örneklerinin ortalama nitrat değerleri kaynak ve şişe sularının değerlerinden istatistiksel olarak farklı (p<0.05).

<sup>&</sup>Kış ve yaz mevsimlerinde toplanan su örneklerinin ortalama pH değerleri kaynak ve şişe sularının değerlerinden istatistiksel olarak farklı (p<0.05).

#### 4. TARTIŞMA

Suyun pH değerinin 6. 0 sınır değerinin altına dūşmesi, 8. 5 sınır değerinin üzerine çıkması canlı yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir (Goldman ve Horn 1983). 2005 Tarihli Resmi Gazetede ki İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte “pH  $\geq$  6. 5 ve  $\leq$  9. 5 birimleri arasında olmalı, su aşındırıcı olmamalı ve ayrıca şişelere ve kaplara konulan sular için minimum pH değeri 4. 5 olarak belirlenebilir” şeklinde ifade edilmektedir. Aydın ili sınırları içerisinde toplam bir yıllık sürede yılın kurak geçtiği dönem ile yılın yağışlı geçtiği dönemde alınan su numunelerinde pH değeri 6.26–7.9 arasında tespit edilmiş olup, ortalama pH seviyesi kış aylarında artezyen sularında  $6.96 \pm 0.41$ , kaynak sularında  $7.41 \pm 0.35$ , şişe sularında  $7.45 \pm 0.31$ , yaz aylarında ise artezyen sularında  $6.95 \pm 0.27$ , kaynak sularında  $7.09 \pm 0.48$ , şişe sularında,  $7.26 \pm 0.52$  olarak belirlendi. Tespit edilen sonuçlar sınır değerler arasında kalmaktadır.

Su ve değişik gıdalarla vücuda alınan nitritin akut ve kronik zehirlenmelere neden olduğu hemoglobini methoboglobine dönüştürerek toksik etki yaptığı, damar düz kaslarının genişlemesine sebep olarak arteriyel kan basıncının düşmesine ve buna bağlı şoka neden olduğu değişik araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Kaya 2002).

TSE 266’ya göre nitrat için müsaade edilebilir maksimum seviye 50 mg/L, Avrupa Birliği’nde 50 mg/L, Dünya Sağlık Örgütü tarafından 45 mg/L üst sınır olarak belirtilmiştir. İçme suyundaki nitrat seviyesinin hayvanlar için 445 ppm, insanlar için ise 45 ppm seviyesini aşmaması gerektiği Ulusal Bilim Akademisi’nde bildirilmiştir (Bruning-Fann ve ark 1994)

Aydın ilinde yapılan bu çalışmada kışın alınan artezyen sularında 1.11–158.9ppm arasında, yazın alınan artezyen sularında 1.2–96.87 ppm, kışın alınan kaynak sularında 0.23- 6.92 ppm, yazın alınan kaynak sularında 0,27–7.78 ppm, kışın doldurulan şişe

sularında 1.49–6.72 ppm, yazın doldurulan şişe sularında 1.11–6.85 ppm arasında nitrat tespit edildi.

Su numunelerinin kış ve yaz aylarında nitrat seviyesinin 40 ppm ve üzerinde belirlendiği yerleşim birimlerinin düz ovalık arazide olup, yoğun tarım ve hayvancılık yapılan yerler olduğu tespit edildi.

Alınan numunelerde iki yerleşim biriminde kış mevsiminde artezyen sularından alınan numunelerde 1.26 ppm nitrit tespit edilirken diğer yerleşim birimlerinde nitrit bulunamadı.

Gelişen Dünya da çevre, insan ve hayvan sağlığı düşünüldüğünde artan nitrat ve nitrit kirliliği ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda çeşitli kuyu sularında yasal sınırların üzerinde nitrat ve nitrit kalıntısı belirlenmiştir. Dağoğlu ve ark'larının (1995) Van bölgesi kuyu sularında yaptığı araştırmada % 46 sının 50 mg/L'nin altında, % 6'nın 100 mg/L'nin üzerinde nitrat, %55'inin 50 ppb'nin altında, %10'unun 101 ppb'nin üzerinde nitrit, Afyon bölgesi kuyu sularında Özdemir ve ark'ları (2004) yaptıkları çalışmada 243.61mg/L nitrat, 0.63mg/L nitrit kalıntısına, Kaplan ve ark. (1999) Antalya yöresindeki kuyu sularında 52.15 mg/l nitrat miktarına rastlamıştır.

Aydın merkez ve ilçelerinde içme su kaynaklarında yapılan bu çalışmada ortalama nitrat ve nitrit düzeyleri birçok araştırmacının bildirdikleri ortalama değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada alınan tüm numunelerde yapılan analizlerde nitrat varlığına rastlandı. Artezyen sularının nitrat seviyesinin % 83.51'inin insanlar için içme suyunda belirlenen müsaade edilebilir seviye olan 45 ppm'in altında kaldığı, % 98.90'nın ise hayvanlar için belirlenen müsaade edilebilir seviye olan 100 ppm'in altında kaldığı görüldü.

TSE 266 ya göre içme sularında nitritin bulunması istenmezken Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre içme suyunda nitrite 0,05 ppm'e kadar müsaade edilmektedir. Aydın ilinde yapılan araştırmada Bozdoğan ilçesi Çamlıdere köyü şebeke suyunda nitrit seviyesi 1,26 ppm, Aydın merkez Pınardere köyü şebeke

suyunda da nitrit seviyesi 1,26 ppm olarak tespit edildi ve bu miktar standartların çok üzerinde bulundu.

## 5. SONUÇ

Nitrat ve nitrit düzeyi yüksek olan suların insanlar ve hayvanlar tarafından uzun süre ve fazla miktarda tüketilmesi akut ve kronik zehirlenmelere ve de kanser vakalarının artmasına sebep olacaktır. İçme sularındaki nitrat ve nitrit miktarı, içilen suyun pH seviyesi doğrudan insan ve hayvan sağlığını ilgilendirmekte ve içme suyunun kalitesini belirlemektedir. Bu nedenle yeraltı sularındaki nitratlı bileşiklerin seviyesinin belirlenmesi önemlidir.

Aydın merkez ve ilçelerinde kışın alınan artezyen sularının % 24.32'sinin, yazın alınan artezyen sularının %15.38 inin nitrat seviyesi 40 ppm üzerinde tespit edildi. Kaynak sularında ve şişe içme sularında nitrat seviyesi belirlenen üst sınırların oldukça altında tespit edildi.

Mevsimsel olarak su örneklerinin ortalama değerleri ise kış aylarında artezyen sularında  $21.84 \pm 29.96$ , kaynak sularında  $3.04 \pm 2.57$ , şişe sularında  $3.61 \pm 2.31$ , yaz aylarında ise artezyen sularında  $20.28 \pm 24.09$ , kaynak sularında  $3.41 \pm 2.85$ , şişe sularında  $2.87 \pm 2.3$  tespit edildi. Mevsimsel olarak artezyen sularının ortalama değerlerine bakıldığında kış ve yaz ayları mevsimsel istatistiksel bir fark saptanmadığı görüldü ( $p > 0.05$ ).

Aydın ilinde yoğun tarım ve hayvancılık yapılmaktadır. Tarımda kullanılan gübreler, ziraat ilaçları ve hayvancılıktaki hayvansal atıklar yeraltı sularını kolaylıkla kirletebilmektedir. Aydın ilindeki sularda yapılan bu araştırmada analiz edilen suların bir kısmının nitrat ve nitrit seviyesinin insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturabilecek seviyede olduğu tespit edildi. İnsan ve hayvan sağlığını, su kaynaklarının durumunun belirlenmesini doğrudan ilgilendiren bu konu ile ilgili olarak ilgili kurumların uyarılması ve denetimlerin sıklaştırılması toplum sağlığının ve su kaynaklarının korunması açısından oldukça büyük öneme sahiptir.



İçme suyunu yeraltı sularından temin eden Aydın ilinde yapılan bu çalışma sağlıklı içilebilir su tüketiminin teminin sağlanması ve ileride bu konuda yapılacak araştırmalara ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

## ÖZET

### **Aydın'da içme suyu nitrit ve nitrat düzeylerinin yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (YBSK) ile belirlenmesi**

İçme sularının nitrit ve nitrat seviyeleri su kalitesinin önemli bir göstergesidir. Nitrit ve nitrat seviyesindeki kabul edilebilir seviyelerin üzerindeki artışlar insan ve hayvan sağlığı açısından önemli problemler ortaya çıkarabilir.

Bu çalışma Aydın ili sınırları içerisinde insan ve hayvanlar tarafından tüketilen suların nitrat ve nitrit düzeylerinin tespiti amacıyla yapıldı.

Çalışmada Aydın ili sınırları içerisinde 2009–2010 yılları arasında toplam 1 yıllık sürede kış-ilkbahar ve yaz-sonbahar aylarında toplam 104 adet numune toplandı. Alınan numunelerin 71 adedi artezyen suyu, 22 adedi kaynak suyu, 11 adedi şişe suyundan oluşmuştur. Numune alınmadan önce şişeler doldurulacak su ile 8-10 kere doldurulup boşaltılmıştır. Alınan numuneler analiz edilene kadar karanlık bir ortamda +4°C muhafaza edildi.

Alınan numunelerin pH değerleri bir elektronik pH metre ile belirlendi. Nitrat ve nitrit değerleri ise yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile tespit edildi.

Çalışma sonucunda sadece artezyen sularından 2 örnekte nitrit tespit edildi. Ortalama nitrat seviyesi kış aylarında artezyen sularında  $21.84 \pm 29.96$  ppm, kaynak sularında  $3.04 \pm 2.57$  ppm, şişe sularında  $3.61 \pm 2.31$  ppm, yaz aylarında ise artezyen sularında  $20.28 \pm 24.09$  ppm, kaynak sularında  $3.41 \pm 2.85$  ppm, şişe sularında  $2.87 \pm 2.31$  ppm tespit edildi. Ortalama pH seviyesi ise kış aylarında artezyen sularında  $6.96 \pm 0.41$  ppm, kaynak sularında  $7.41 \pm 0.35$  ppm, şişe sularında  $7.45 \pm 0.31$  ppm, yaz aylarında ise artezyen sularında  $6.95 \pm 0.27$  ppm, kaynak sularında  $7.09 \pm 0.48$  ppm, şişe sularında,

7.26±0.52 ppm olarak belirlendi. Kış mevsiminde alınan artezyen sularında Merkez Pınardere'de 1,26 ppm, Bozdoğan amlıdere'de 1,26 ppm nitrit belirlendi. Yaz ve kış mevsiminde alınan diğer numunelerde nitrit tespit edilmedi.

Sonuç olarak Aydın ili sınırları içersinde hayvan ve insan tükretiminde kullanılan sularda değişik miktarlarda nitrat tespit edildi. Sulardaki pH değerleri TS266 uygun bulundu.

## SUMMARY

### **Determination of Nitrite and Nitrate levels in drinking water consuming in Aydın by high pressure liquid chromatography**

Nitrate and nitrite levels in drinking water are important indicators of water quality. The increasing levels of nitrate and nitrite concentrations could be an important problem for human and animal health.

The aim of the present study was to determine the levels of nitrite and nitrate in drinking water samples collected from Aydın region.

Total 104 water samples were collected from different districts of Aydın between 2009 and 2010 both of winter-spring and summer-autumn seasons. The samples consisted of 71 artesian well waters, 22 spring waters and 11 bottled waters. Before collecting, the sample bottles have been rinsed out 8-10 times with the sample water. All bottled water samples were purchased from retail outlets in Aydın. The water samples collected were kept in the dark room at +4°C until analysis.

pH of the samples collected were measured by an electronic pH meter. Nitrite and nitrate levels of the water samples were determined by high pressure liquid chromatography (HPLC).

It was found that nitrate was detected in all of the samples whereas, nitrite was found in 2 artesian well samples collected from Pınardere (1.26 ppm) and Bozdoğan-Çamlıdere (1.26 ppm). The results of analyses showed that mean nitrate concentrations were  $21.84 \pm 29.96$  ppm (winter) and  $20.28 \pm 24.09$  ppm (summer) in artesian wells,  $3.04 \pm 2.57$  ppm (winter) and  $3.41 \pm 2.85$  ppm (summer) in spring waters and  $3.61 \pm 2.31$  ppm (winter) and  $2.87 \pm 2.31$  ppm (summer) in bottled water samples. The mean nitrate level of the artesian well samples was significantly higher compare to spring and bottled water

samples. However, no statistical differences were observed between winter-spring and summer-autumn seasons for the nitrate levels in the same type of the water samples.

The present study showed that, the spring and bottled water samples in Aydın are of sanitarily optimum quality for consumption in respect of nitrite and nitrate levels.

## **TEŞEKKÜR**

Yüksek Lisans Tez çalışmamda yardım ve hoşgörüsünü eksik etmeyen ADÜ Veteriner Fakóltesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ferda AKAR başta olmak üzere danışman hocam ADÜ Veteriner Fakóltesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Cengiz GÖKBULUT'a, Merkez Araştırma ve Geliřtirme Laboratuvarı'nda görevli, ADÜ Veteriner Fakóltesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Necati GÜNAY'a, ADÜ Veteriner Fakóltesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Dilek AKŐİT'e yardım, destek ve anlayışlarından dolayı teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren anneme, sabır ve hoşgörülerinden dolayı eşim ve çocuklarıma teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

Akkurt F, Alıcılar A, Şendil O. Sularda bulunan nitratın adsorpsiyon yoluyla uzaklaştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2002;17(4):83–91.

Alçıçek A, Başlar S, Bitki ve sularda aşırı nitrat birikiminin sonuçları. Ekoloji 1995,14:15-18.

Anonim. Water Quality Outlook. UNEP Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme Office, 2007.

Anonim. Işık mühendislik web sayfası. Erişim: <http://www.aquasu.com/su2.htm>. Erişim Tarihi: 11.01.2011.

Apnl March, Erb B. No Life Without Water. International Environmental Technology 1997;7(2):18-19 [http://www.styd-cevreorman.gov.tr/su\\_kirliligi.htm](http://www.styd-cevreorman.gov.tr/su_kirliligi.htm)

Atay R. Suyun önemi, su kalitesi ve suyun kirliliği analiz metodları. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 2007.

Atılğan A, Coşkan A, Saltuk B, Erkan M. Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. Ekoloji 2007;15(62):37–47.

Aydın A, Ercan Ö, Taşçıoğlu S. A Novel method for the spectrophotometric Determination of nitrite in water Talanta, 2005.

Bayraktar N, Gökçe R, Ergün Ö Gıdalarda nitrit ve nitrat kalıntılarının insan sağlığı üzerine etkileri. Ekoloji Dergisi 1998;7(28):28-30.

Bruning-Fann C, Kaneene JB, Miller RA, 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. Science of the Total Environment 1994; 153(1- 2): 85- 96.

Bruning-Fann CS, Kaneene JB. The effects of nitrate nitrite and N-nitroso compounds on human health: a review. Veterinary and Human Toxicology 1993;35: 521–538.

Dağoğlu G, Bildik A, Aksoy A. Van Yöresi'nde sularda nitrit ve nitrat düzeyi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 1995;9(2):240–244.

Dedekayaoğulları H, Onal AE. Çevre ve insan sağlığı ilişkisi açısından su ve su analizinin önemi. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2009;72(2):065–070.

EPA US. Consumer factsheet on: Nitrates nitrites. Enviromental Protection Agency. 2006

Erguvanlı K, Yüzer E. Yeraltı suları jeolojisi. İstanbul Teknik Üniversitesi 1987; 23.339.

Fewtrell L. Drinking water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion. Environmental Health Perspectives 2004;112(14):1371–4.

Goldman C, Horn AJ. Limnology. Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo 1983; 404.

Gökbulut C, Turgut C. İçme suları nitrit ve nitrat düzeylerinin basit ve hassas bir hplc yöntemi ile belirlenmesi. 7. Uluslararası Katılımlı Türk Toksikoloji Derneği Kongresi, ODTÜ, Ankara 2009.

Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su kirliliği. Ankara: Aydoğdu Ofset Basımevi;1994.

Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su Kalitesi. Ankara. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43. 1997.

Görer N. Yerkürenin su gündemi:’’ 22 Mart Dünya Su Günü Etkinlikleri’’ .Kamu Yönetimi Dergisi 2002;3:11- 12

Hallberg GR. Nitrate in ground water in the United States. In: Nitrogen Management and Ground Water Protection, Elsevier, Amsterdam 1989; 35–74.

Halvorson AD, Schweissing FC, Bartolo ME, Reule CA. Corn response to nitrogen fertilization in a soil with high residual nitrogen. Agronomy Journal 2005; 97: 1222–1229.

Hatch RE. Pisoning causing respiratory illness, In Veterinary Pharmacology and Therapeutics 1988.

Houghton WE. Water resources: Health, environment and development. Routledge, Florence, KY, USA 1999;14.

Kaplan M, Sahriye S, Selim T (1999): Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. Turkish Journal of Agriculture. 1999;23: 309-313.

Karakaya C, Berrin Z, Kali N. Erzurum yöresinde içme sularında nitrat, nitrit kirlenme düzeyi. DSİ İşleri Genel Müdürlüğü DSİ Teknik Bülteni 2008;104:1012–0726.



- Kaya S, Yavuz H, Altıntaş A, Maraşlı Ş. Nevşehir Niğde yöresinden sağlanan toprak ve su örnekleri ile yemlik olarak kullanılan patetes bitkisinin çeşitli kısımlarında nitrit ve nitrat düzeyleri .Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1994;41(1):107-118. .
- Kaya S, Akar F. Metaller, diğer organik maddeler ve radyoaktif maddeler. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji . Me-disan Yayınevi, Ankara.2002;2:240-243.
- Keeney DR. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. Nitrogen in Agricultural Soils. ASA, Madison WI 1982;605-650.
- Kılıç S. Küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetimi. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 2008;39:161-186.
- Koçak Ö, Güner A. Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 2009;4(1):9-22.
- Marilla Y, El-Nahal I, Agha M. Seasonal variations and mechanisms of groundwater nitrate pollution in the Gaza strip.Environmental Geology 2004;47:84-90.
- Munsuz N, Ünver Y. Su kalitesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 1995;1389:403.
- Omurtag GZ. Marmara ve Trakya bölgesindeki yeraltı ve yüzey sularının sentetik gübre atıklarıyla kirlenmesi bakımından nitrat düzeylerinin saptanması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 1992.
- Oruç H, Ceylan S. Bursa yöresinde sığırların yemlerinde, içme sularında ve rumen içeriğinde nitrat, nitrit ve kanda methomoglobin düzeylerin araştırılması, Faculty of Veterinary Medicine 2001; 20:25-32.
- Othmer K. Encyclopedia of chemical technology. John Wiley and Sons New York, ABD, 1984;10.
- Özdemir M, Yavuz H, İnce S. . Afyon bölgesi kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2004; 51: 25-28.
- Phillips WEJ. Naturally occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infantile methemoglobinaemia. Food and Cosmetics Toxicology 1971;9:219-228.
- Pirinççi İ, Servi K. Elazığ Bölgesi'nde kullanılan sularda nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 1993;7(1):91-100.

- Prakasa R, EVS, Puttanna K. Nitrates, agriculture and environmen, Current Science 2000; 79:1163–1168.
- Puckett LJ. Identifying the major sources of nutrient water pollution. Environmental Science and Technology 1995; 408A - 414A.
- Stevenson FJ. Cycles in soils. John Wiley and Sons, New York 1986.
- Tekinşen OC, Yalçın S. Su hijyeni ve muayenesi. Selçuk Üniversitesi Aksaray Meslek Yüksek Okulu Ders Notları. Teksir No: 2. Aksaray 1990.
- Tuncay H. Su kalitesi. Ege Üniversitesi Ziraat Faakültesi Yayınları No:512. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi Bornova İzmir 1994;1.
- Uslu İ. Çevre sorunları. İstanbul, İnsan Yayınları1995;24.
- Varol S, Davraz A, Varol E. Yeraltı Suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi. TAF Preventive Medicine Bulletin 2008; 7(4):351-356.
- Velicangil S Hekimler, Sanayi (İş) Hekimleri, Dış Hekimleri, Eczacılar ve Sağlık (Çevre) Mühendisleri için Koruyucu ve Sosyal Tıp. Filiz Kitabevi 1980;126-150,337,398.
- Wasik E, Bahdziewics J, Blasszczyk M. Removal of nitrates from ground water by a hybrid process of biological denitrification and microfiltration membran, Process Biochemistry 2001;37:57-64.
- Wirth F. Curing colour formation and colour retention in frankfurter-type sausages. Fleischwirtschaft 1986;66(3):354-358.
- 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. Veterinary and Human Toxicology 1997;39(5):296-298.
- Yong C, Brandow RA, Howlett P. An unusual cause of nitrate poisoning in cattle. The Canadian Veterinary Journal. 1990;31(2):118.
- Zengin E. Kentleşme ve çevre sorunları. Journal of Qafqaz University 2002;10:85- 87.

## ÖZGEÇMİŞ

1971 Yılında Aydın'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Aydın'da tamamladı.1988 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesini kazandı.1993 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl özel bir şirkette göreve başladı.1994 yılında çalıştığı şirketten ayrıldı ve kendine ait bir iş yeri açıp Serbest Veteriner Hekim olarak çalışmaya başladı. 1994 yılında Aydın Veteriner Hekimleri Odası'nın kuruluşunda aktif görev aldı. Değişik dönemlerde Aydın Veteriner Hekimleri Odası yönetim kurulu üyesi ve haysiyet divanı üyesi olarak görev yaptı. Halen haysiyet divanı üyesi olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk annesi.