

Harran Ovası Serbest Akiferinde Yaz ve Kış Dönemleri Nitrat Kirliliğinin Araştırılması (2014-2015)

Nilgün Kahraman, Benan Yazıcı Karabulut, Ayşe Dilek Atasoy, Mehmet İrfan Yeşilnacar

Harran Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Geliş Tarihi: 15.11.2016

Kabul Tarihi: 31.12.2016

Özet

Yeraltı sularında, yaygın bulunan potansiyel kirleticilerden biri nitrattır. Yeraltı sularında yüksek nitratın nedeni; doğal kaynaklar, atıklar, gübreleme ve tarımsal sulama olmak üzere dört kategoride sayılabilir. Nitrat pek çok doğal su ortamlarında makul konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen gerek atıksuların deşarjı ile ve gerekse gübre kullanımına bağlı olarak yeraltı sularında yüksek değerlere (> 50 mg/L) çıkarak kirleticili konsantrasyonuna dönüşebilir. Nitrat iyonları çocuklarda ve hamilelerde önemli sağlık riskleri taşır. Bu çalışma, 141,500 ha sulama alanı, 3700 km² drenaj alanı ve 1500 km² ova alanıyla GAP'ın en büyük ovası olan Harran Ovasında gerçekleştirilmiştir. 1995 yılında yüzey sulamasının başlamasıyla birlikte yoğun tarımsal faaliyetler, aşırı ve kontrolsüz sulama, drenaj sistemlerinin yetersiz olması ve aynı zamanda evsel ve diğer atıkların ova drenaj havzasında kontrolsüz bir şekilde uzaklaştırılmasıyla önemli çevresel sorunlarla karşılaşmıştır. Ovanın bazı kesimlerinde yeraltı su seviyesi ile taban suyu birleşmiş durumdadır. Bu sorunun boyutlarını ortaya koymak amacıyla, ovayı temsil eden 20 örnekleme kuyusu seçilerek, serbest akiferdeki nitrat düzeyi, 2014-2015 yılı yaz ve kış dönemlerinde, izlenmiştir. Ayrıca, sıcaklık, pH ve EC değerleri yerinde ölçülmüştür. Bu dönemlerde, nitrat 20-317 mg/L, sıcaklık 13,2-22,9 °C, pH 6,85-7,7 ve EC değerleri 484-2450 µS/cm olarak belirlenmiştir. Buna göre, maksimum kabul edilebilir nitrat düzeyinin, TS 266 (TSE, 2005), WHO (1998) ve EU (1998) tarafından önerilen 50 mg/L sınırının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Harran Ovası; Nitrat Kirliliği; Serbest Akifer; Sulama; Drenaj

Investigation of Nitrate Pollution in Unconfined Aquifer of Harran Plain in Summer and Winter Periods (2014-2015)

Abstract

Nitrate is one of the most common pollutants in groundwater. The reasons for high nitrate in groundwater can be considered in four main categories, namely natural sources, wastes, manure and irrigated agriculture. Nitrate is found at reasonable acceptable concentrations in many natural water environments. However, the discharge of waste water and the use of manure in agriculture cause nitrate levels to increase over 50 mg/L in groundwater. Nitrate ions have serious health risks for the children and the pregnant. This study was carried out in Harran Plain which is the largest lowland of GAP with its 141.500 ha of irrigated area, 3700 km² of drainage area and 1500 km² plain area. Significant environmental problems from the inadequate drainage systems and from the other uncontrolled waste disposal systems in the drainage basin were encountered in 1995, because of the intensive agricultural activities Groundwater levels and surface water was mixed in some parts of the plain. In order to reveal the extent of the problem, 20 sampling wells representing the plains were selected. Nitrate levels in free aquifers were observed in the summer and winter in 2014-2015. In addition, the temperature, pH and EC were measured in-situ. In these periods, nitrate, temperature pH, and EC were determined as; 20 to 317 mg/L, 13.2 to 22.9 °C, 6.85 to 7.7, and 484 to 2450 µS/cm, respectively. Accordingly, nitrate levels were found, higher than the maximum acceptable level of nitrate (50 mg/L) as suggested by TS 266 (TS, 2005), WHO (1998), and E (1998).

Keywords: Harran Plain; Nitrate Pollution; Unconfined Aquifer; Irrigation; Drainage

1. Giriş

Yeraltı suları toplumlara, şahıslara, tarıma ve sanayiye su temininde çok önemli bir kaynak sağlar ve bazı bölgelerde de nehir akışlarının ana kaynağını

oluşturur. Bununla birlikte yeraltı suları ekosistemin çeşitliliği, sürdürülebilirliği ve canlılığı için de gereklidir.

Aynı zamanda, yeraltı suyu dünyanın birçok ülkesinde yerel, tarımsal ve endüstriyel amaçlar için kullanılan önemli bir su kaynağıdır. Kırsal alanlardaki milyonlarca insan içilebilir su kaynağı olarak, yaygın dağıtım, düşük geliştirme maliyeti ve mükemmel kalitede olması sebebiyle yeraltı suyuna bağlı kalmaktadır. Ancak, insan kaynaklı faaliyetler büyük ölçüde yeraltı sularının kullanılabilirliğini ve kalitesini etkilemektedir [1]. Yeraltı sularının kirlenmesindeki diğer çeşitli etkenler ise tarımsal faaliyetler ve gübre kullanımınıdır. Toprak yüzeyinde bulunan aktivitelerden veya kaynağı toprak yüzeyi altında fakat su tablasının üzerinde bulunan septik sistemler gibi faaliyetlerden veya su tablasının altındaki kuyular ya da kirli su beslenmesinden dolayı kirlenmeler yeraltı suyuna ulaşabilirler [2]. Bunların sonucunda da yeraltı sularında nitrat kirliliği gözlemlenebilir [3].

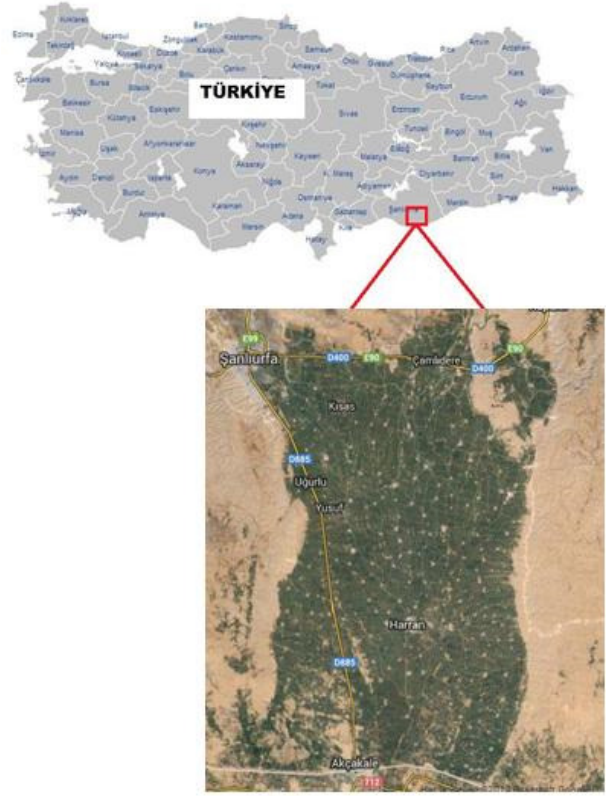
Nitrat doğada yaygın bir şekilde bulunmaktadır. İnsan ve hayvan atıkları, endüstriyel kimyasal atıklar ve özellikle azotlu gübrelerin tarımda yaygın olarak kullanılması; toprak, su, tahıl ve bitkilerin azot seviyesinin gittikçe artmasına, aynı zamanda içme ve kullanma sularının nitrat kontaminasyonuna neden olmaktadır. 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 kaldığı bildirilmektedir [4].

Yeşilnacar vd. (2007) tarafından Harran Ovasında; Ekim-2005–Eylül-2006 dönemlerinde gerçekleştirilen bir araştırmada, ovanın serbest akiferinde nitrat kirlenmesinin çok yüksek düzeylerde (ortalama $164 \text{ mgNO}_3^-/\text{L}$) olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada geçen sürede Harran Ovası’na ait yeraltı sularındaki nitrat değerlerindeki değişimler izlenmiştir [5].

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı (Şekil-1), $36^\circ 42' \text{ K}$ - $37^\circ 10' \text{ K}$ enlemleriyle, $38^\circ 50' \text{ D}$ - $39^\circ 10' \text{ D}$ boylamları arasında yer almaktadır. Drenaj alanı 3.700 km^2 olup bunun 1.500 km^2 ’lik kısmını ova alanı oluşturur.



Şekil 1. Çalışma alanının yeri

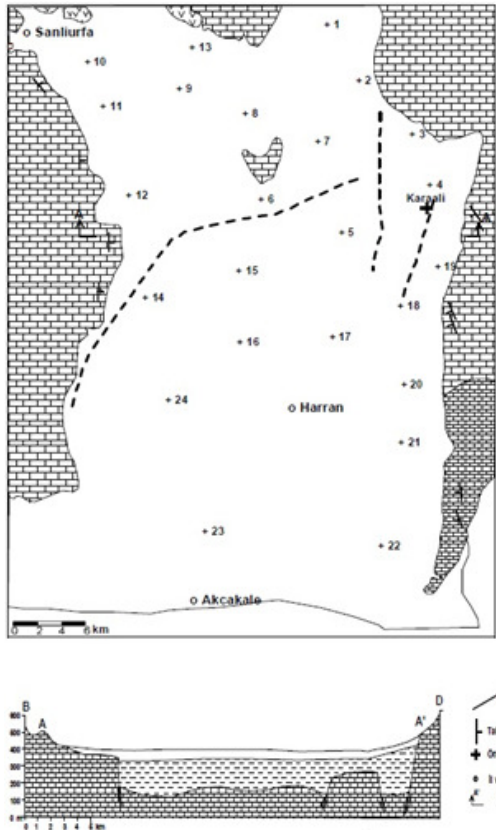
2.2. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Hidrojeolojisi

Harran Ovası jeomorfolojik açıdan bir grabendir ve literatüre Akçakale Grabeni olarak geçmiştir. Bölgede jeolojik formasyonlar tortul ve volkanik kayalardan meydana gelir. Magmatik kayaç olarak yalnız bazaltlar bulunur. Bazaltlar ovayı çevreleyen bazı tepelerin üzerinde yersel olarak görülürler. Bu bazaltlar Karacadağ volkanizmasının püskürükleridir [5-6-7].

Şekil-2 ve Şekil-3’de çalışma alanında jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri yaşlıdan gence doğru gösterilmiştir. Harran ovasında akifer niteliğinde olan alüvyonda kil-kum-çakıl granülometrisine bağlı olarak özgül debi değişmektedir. Çakıl oranının yüksek, boylanmasının homojen olduğu kuyularda özgül debi $1,3 \text{ l/s/m}$ ’dir. Kil-silt oranının fazla olduğu kuyularda ise özgül debi $0,15 \text{ l/s/m}$ ’dir. Buna göre alüvyonda açılacak kuyulardan $5-30 \text{ l/s}$ su alınabilmektedir.

Üst Sistem	Sistem	Seri	Kalınlık (m)	Litoloji	Açıklamalar	Hidrojeolojik Özellikler
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLEYİSTOSEN	~ 60	Bazalt	Boşluklu, kısmen ayrılmış, tepe ve yamaçlarda	Akifer özelliği yok
				Altüvyon	Kil, kum ve çakıl	Serbest akifer
	TERSİYER	PLİYOSEN	~ 200	Kil	Yersel jipsli	Su vermeyen formasyon
				Killi kireçtaşı	Killi kçt. kısmen karstik	Az oranda su alınabilmektedir
		EOSEN	~ 300	Kireçtaşı	Karstik, kristalize kçt.	Bol su taşıyan, derin akifer niteliğinde
	PALEOSEN	~ 800	Marn	Geçirimsiz taban kayası	Geçirimsiz taban kayası	

Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti özellikleri (Yeşilnacar vd., 2007; DSİ, 2003)



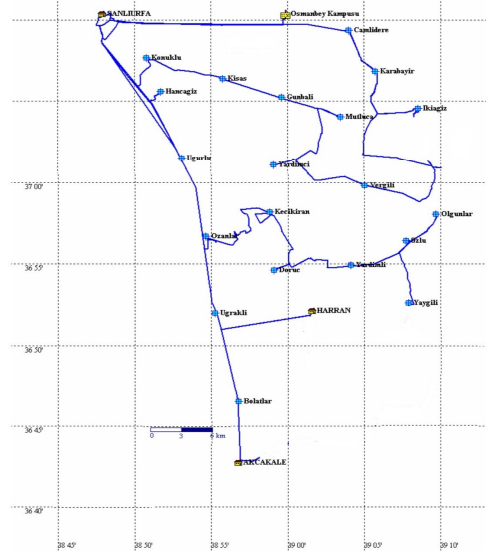
Şekil 3. Çalışma alanı jeoloji haritası ve enkesiti (Yeşilnacar vd., 2007; DSİ, 2003)

Harran Ovasında yer alan kuyularda statik su seviyesi 0,5-10 m arasındadır. Ova genelinde yeraltı suyu akış yönü kuzeyden güneye doğrudur.

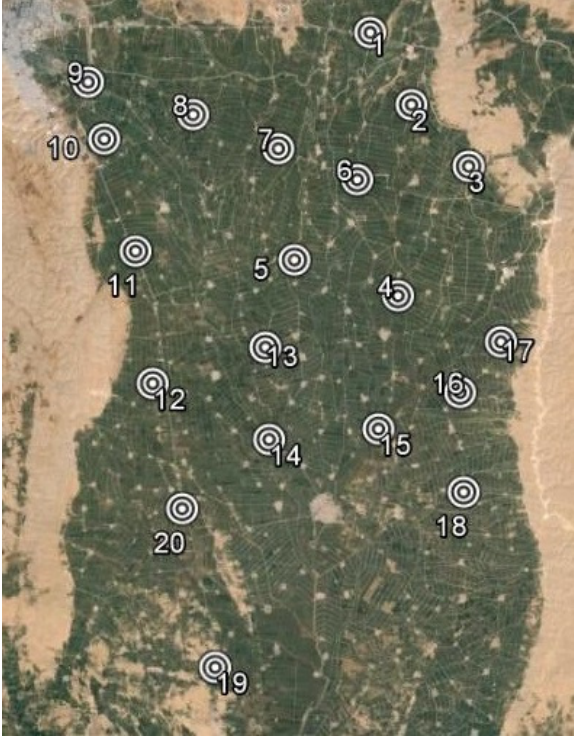
Harran Ovası genelinde nitrat konsantrasyonunun değişip değişmediği tespit etmek amacıyla; Yeşilnacar ve Uyanık (2005) tarafından 2005 yılında yapılan çalışmada seçilen örnekleme kuyuları serbest akifer özelliği gösteren 60 metre kalınlığında Pleyistosen serisinden seçilmiş olup bu çalışmada da aynı kuyulardan örnekler alınmıştır [8].

2.3. Örnek Alınan Kuyular

Çalışmada, Şekil-4'te görülen 20 adet kuyu kullanılmıştır. Bu kuyuların ortalama derinlikleri 20-50 metre arasında değişmektedir. Kuyular, Pleyistosen kil, kum ve çakıl karışımından oluşmuş serbest akiferde rotary sondaj yöntemiyle açılmış olup muhafaza boruları vb. sondaj teçhizatıyla donatılmıştır. Kuyulardan derinliği 20 metreye kadar olanlarda pompaj işlemi, kuyu başına monte edilmiş santrifüj pompa yardımıyla 220 V enerji kullanılarak yapılmaktadır. Daha derin olan kuyularda ise pompaj işlemi dalgıç pompalar yardımıyla yapılmaktadır. Kuyuların isimleri kuyunun bulunduğu yerleşim biriminin ismiyle anılmıştır. Çalışmada kuyu isimlerinin yanı sıra her isme karşılık bir de numara verilmiştir (Şekil-5). Ayrıca her bir kuyunun örnek alımı esnasındaki görüntüleri aşağıdadır (Şekil-6).



Şekil 4. Çalışma alanı örnekleme kuyularının lokasyon ve güzergâh haritası



Şekil 5. Numaralandırılmış örnekleme noktaları

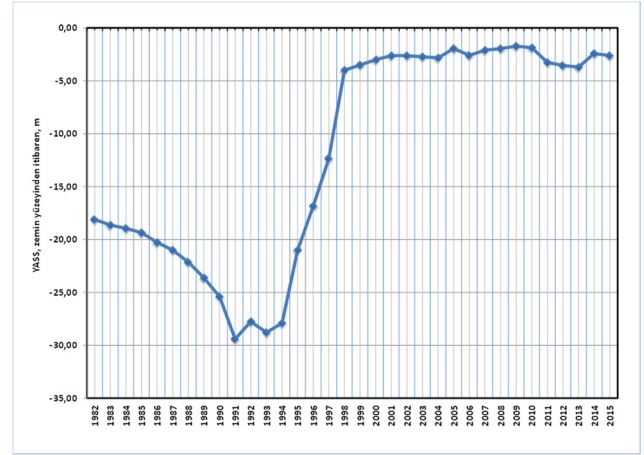


Şekil 6. Örnek alımı sırasındaki görüntüler

2.4. YAS (Yer altı Su Seviyeleri)

Harran Ovası genelinde yeraltı su seviyeleri DSİ 15. Bölgeden aylık olarak alınmıştır. Devlet Su İşleri 15. Bölge Müdürlüğü'nden ulaşılan Harran ovası yeraltı su seviyelerinin yıllara göre değişimi Şekil-7'de gösterilmiştir. Özellikle ovada sulamaya geçilen 1993 yılından sonra YAS seviyeleri sürekli artış kaydetmiş

ve 1998 yılından sonra sürekli 0-5 m aralığında seyretmiştir. Bu duruma en büyük etkenin ovadaki bilinçsiz ve aşırı tarımsal sulama olduğu düşünülmektedir.



Şekil 7. Rasat kuyularındaki YASS'nin yıllara göre değişimi (DSİ, 2015)

2.5. Yöntem

Harran Ovasında 20 adet örnekleme noktasından yaz ve kış aylarında su numuneleri toplanmıştır. Araziye; örnekleme noktalarının koordinatları Magellan marka Meridian Platinum el tipi GPS ile ölçülmüştür. Örnekleme kuyularının yerinde EC, pH ve sıcaklık değerleri HACH LANGE HQ40D portatif cihaz ile tespit edilmiştir.

Örneklerin alınması ve muhafaza edilmesi aşağıda belirtilen yönerge, tebliğ ve standartlara göre gerçekleştirilmiştir.

- D4448-01 Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells [9].
- D6517-00 Standard Guide for Field Preservation of Ground-Water Samples [10].
- TS 5090 EN 25667-2/Nisan 1997, Su Kalitesi-Numune Alma Bölüm 2: Numune Alma Teknikleri Kılavuzu [11].
- TS 5106 ISO 5667-3/Nisan 1997, Su Kalitesi-Numune Alma Bölüm 3: Numunelerin Muhafaza Ve Taşınma Kuralları [12].
- Numune Alma Kılavuzu 2004-1 [13].
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği [14].

Nitrat analizleri Shimadzu Prominence HIC-NS iyon kromatografi cihazında DIONEX AS9 kolonu ile analiz

edilmiştir (Suppressed electro-conductivity detector, 9 mM Na₂CO₃ mobil faz, 1 ml/dk akış oranı, 25 µl enjeksiyon hacmi, 35 °C fırın sıcaklığı).

3. Araştırma Bulguları

Bu çalışma Harran Ovası serbest akiferini temsil eden 20 adet kuyudan alınan su örnekleri incelenmiştir. Bu kuyulardan 2014-2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak (Ağustos ve Şubat) yerinde ve laboratuvar ortamında analizler yapılmıştır. Sıcaklık, pH, EC ve NO₃⁻ parametrelerinin ölçüm ve analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.1. Sıcaklık

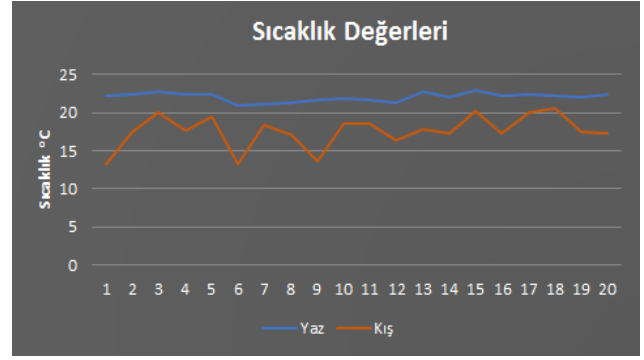
SKKY (2004b)'e göre su sıcaklığının 1. ve 2. sınıf kalitedeki sular için 25 °C, 3. sınıf kalitedeki sular için 30 °C ve 4. sınıf kalitedeki sular için 30 °C'den büyük olduğu bilinmektedir [15].

Ova genelinde ortalama sıcaklık değerleri 17-22,1 °C arasında değişmektedir. Minimum sıcaklık Şubat ayında 1 numaralı örnekleme noktası olan Çamlıdere mevkiinde 13,2 °C olarak ölçülmüştür. Maksimum sıcaklık yaz aylarında 15 numaralı kuyunun bulunduğu Yardımlı mevkiinde 22,9 °C olarak ölçülmüştür. Ölçülen değerler 1. sınıf su kalitesindedir [15] ve Şahinci (1991)'in yapmış olduğu yer altı su sıcaklığı sınıflandırma tablosuna göre çok soğuk sular sınıfına girmektedir (Tablo 1) [16].

Tablo 1. Suların sıcaklıklarına göre sınıflandırılması (Şahinci, 1991)

Sıcaklık °C	Su Sınıfı
<50 °C	Çok soğuk sular
6-100 °C	Soğuk sular
11-180 °C	Çok az ılık sular
19-250 °C	Az ılık sular
26-370 °C	Ilık sular
>400 °C	Sıcak sular

Sıcaklık grafiği mevsimsel olarak Şekil-8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Mevsimsel sıcaklık değerleri

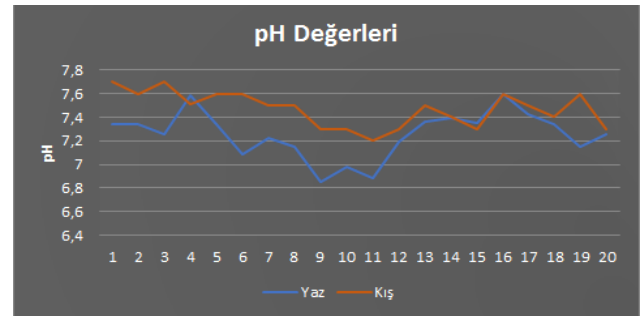
3.2. pH

Yeraltı sularında pH 6,5-8,5 değerleri arasında olması gerekmektedir (Tablo 2). Sulama sularında pH değerinin sınır değerlerden farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikimine neden olur [17].

Ölçüm yapılan 20 örnekleme noktasının pH değerleri Şekil-9'da gösterilmiştir. Ova genelinde ortalama pH değerleri 6,8-7,7'dir. Ovardan alınan numuneler sınır değerlere uygundur.

Tablo 2. Ulusal ve uluslararası pH standart sınır değerleri

Parametreler	SKKY (2004)				TS 266 (2005)		WHO (2011)	USEPA (2012)
	I	II	III	IV	Sınıf 1-2 Tip 1	Sınıf 2-Tip 2		
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında	6.0<pH≤9.5	6.0<pH≤9.5	6.5-8.5	6.5-8.4



Şekil 9. Mevsimsel pH değerleri

3.3. Elektriksel İletkenlik (EC)

Bir maddenin elektrik akımını iletme yeteneğine elektriksel iletkenlik (EC) adı verilir. Yeraltı suyu literatüründe elektriksel iletkenlik normalde miliohm'un tersi milimho veya mikroohm'un tersi olan ve mikromho cinsinden ifade edilir. SI sisteminde 1 milimho 1 milisiemens (mS) ve 1

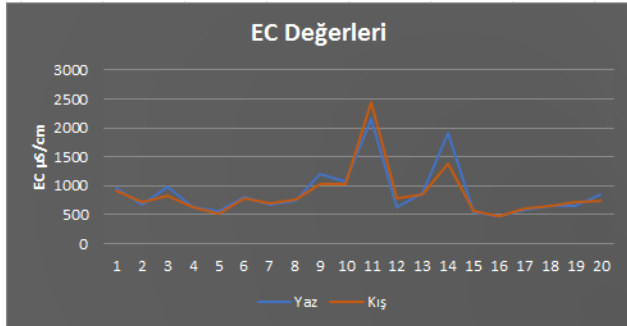
mikromho da 1 mikrosiemens (μS) olarak ifade edilmektedir [2].

Çalışma alanında EC değerleri değerlendirilecek olursa en yüksek değer Şubat ayında 11 numaralı kuyunun bulunduğu Uğurlu mevkiinde 2450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Tuzluluk sınıflandırmasına orta tehlike sınıfındadır [18]. Tuzluluk sınıflandırması Tablo 3'te mevcuttur. Çalışma alanında minimum değer hem yaz hem de kış mevsiminde 16 numaralı kuyunun bulunduğu Özlü mevkiinde 484 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Ova genelinde EC değerleri TS 266 sınıf 1-2 tip 1'e göre yüksek değerdedir.

Mevsimlere göre ölçülen EC $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerleri Şekil -10'da gösterilmiştir.

Tablo 3. Sulama suyunun tuzluluk sınıflandırması (Çullu, 2011)

Tuzluluk Tehlikesi	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$
Tehlikesiz	<750
Hafif	750-1500
Orta	1500-3000
Şiddetli	>3000



Şekil 10. Mevsimsel elektriksel iletkenlik değerleri (25 °C'de)

3.4. Nitrat (NO_3^-)

Nitrat yeraltı sularında en yaygın ve büyük miktarda bulunan potansiyel kirleticilerden biridir [19]. Ulusal ve uluslararası bilimsel ve teknik kuruluşların neredeyse tümü sularda maksimum nitrat düzeyini 50 mg/l olarak kabul etmiştir. Bilimsel raporlarda nitrat ya NO_3^- ya da $\text{NO}_3\text{-N}$ şeklinde ifade edilir. Bu çalışmada nitrat NO_3^- olarak ifade edilmiştir.

Ova genelinde en az nitrat değeri, 19 numaralı kuyunun bulunduğu Bolatlar mevkiinde 20 mgNO_3/L olarak Ağustos ayı içerisinde ölçülmüştür. En fazla

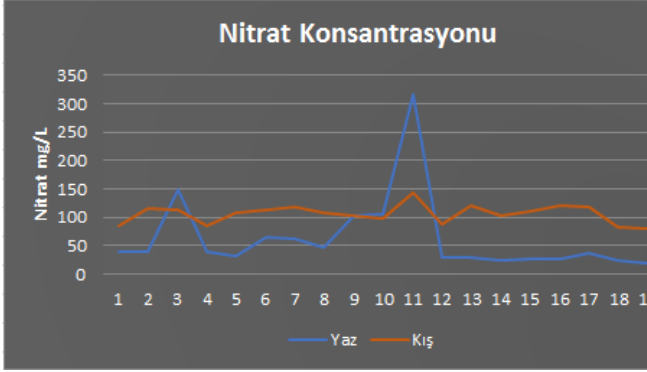
nitrat değeri 11 ve 20 numaralı kuyuların bulunduğu Uğurlu ve Uğraklı mevkiinde 144 mgNO_3/L olarak Şubat ayında ölçülmüştür. Yaz ve kış aylarında ölçülen ortalama nitrat değerleri, Tablo 4'te gösterilen ulusal ve uluslararası nitrat sınır değerlerini aşmıştır.

Tablo 4. Ulusal ve uluslararası NO_3^- sınır değerler

Parametreler	Sağlık Bakanlığı (2005)	SKKY (2004)				TS 266 (2005)		WHO (2011)
		I	II	III	IV	Sınıf 1-2 Tip 1	Sınıf 2 Tip 2	
NO_3^- mg/L	50	22	44	89	>89	25	50	50

Mevsimlere göre ölçülen nitrat değerleri Şekil -11'de gösterilmiştir. GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (UTAEM) 2012 verilerine göre Şanlıurfa'da tahıl ve baklagiller ekili alanların toplamı, mısır ve pamuk ekili alanlardan daha fazladır [20]. Buğday-arpa ekimi bölgemizde genellikle 15 Ekim-15 Kasım tarihleri arasında yapılmaktadır. Pamuk ekim devresi 20 Nisan-15 Mayıs arası olurken, mısır haziran-temmuz dönemlerindedir. Genelde sonbahar mevsiminde ekimi yapılan tahılın üretildiği alanların miktarı, ilkbahar-yaz arası ekimleri gerçekleştirilen ikinci ürün pamuk+mısır alanlarından daha fazladır. Kuru veya sulu şartlarda tarımı yapılan ürünlerin ilk ekim aşamalarında gübreleme yapılacağı için kuru tahıl tarımının yapılacağı kış döneminde gübre uygulanacak alan daha fazla olacaktır. Dolayısıyla sulu şartlarda yetiştirilen ve bahar döneminde ekimi gerçekleştirilen ikinci ürün pamuk ve mısır için kullanılan gübre miktarıyla kıyaslandığında kış döneminde (tahıl ve baklagil ekim zamanı) daha fazla alanda gübre uygulaması yapılmaktadır. Bu bağlamda, 2 kuyu hariç tüm diğer 18 kuyuda nitrat değerlerinin kış mevsiminde yazı göre daha yüksek seyretmesinin nedeni; kış döneminde gübre uygulaması yapılan alanların, dolayısıyla atılan gübre miktarının daha fazla olmasındandır. Gübre toprakta mikroorganizmalar tarafından nitrifikasyonla nitrate dönüşür. Nitrat koşullara göre değişen miktarlarda yıkanarak toprak derinliğine hareket eder. Özellikle nitrat negatif yüklü olması nedeniyle toprakta tutunamayıp taban suyuna ulaşır. İdeal koşullarda bile toprağa uygulanan azotlu gübrelerin ancak %50'sinin bitkiler tarafından kullanıldığı, %2-20'sinin

buharlaştırma yoluyla kaybedildiği, %15-25'inin killi toprakta bulunan organik bileşikler ile birleştiği ve geri kalan %2-10'luk kısmının yüzey ve yer altı sularına karıştığı ifade edilmektedir [21].



Şekil 11. Mevsimsel nitrat değerleri

6. Sonuç

Harran ovasında 1500 m²'lik alanda 20 örnekleme kuyusunda mevsimsel (Ağustos ve Şubat) olarak numunelerde sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve nitrat analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalara göre; yeraltı suyu sıcaklığında ve pH değerlerinde farklılık gözlenmemiştir. Nitrat değerlerinde ise 2005 yılına göre genel bir azalma söz konusudur. Azalan değerlere rağmen nitrat değerleri ulusal ve uluslararası standart değerlere göre 50 mg/L'nin üzerindedir.

Harran Ovası genelinde kuyu suları insanlar tarafından içme suyu olarak kullanılmamaktadır. Günlük kullanıma, bahçe sulama, hayvanlarda içme suyu olarak kullanılan bu kaynaklar üzerinde yapılan çalışma sonucunda; genel olarak nitrat konsantrasyonu TS 266 (TSE, 2005), WHO (1998) ve EU (1998) tarafından önerilen 50 mg/L sınırının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Yaz aylarında sadece 3, 6, 7, 9, 10, 11 ve 20 numaralı kuyularda nitrat miktarının sınır değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Diğer kuyularda nitrat miktarının düşük olmasının tarımsal faaliyetlerin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kış aylarında yapılan ölçüm ve analizlere göre tüm kuyulardaki nitrat miktarlarının sınır değerlerinin üzerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nitrat toprak ortamında oldukça hareketli bir iyonudur. Kolay adsorbe olmaz. Yağış sularıyla birlikte toprağın derinliklerine sızma eğilimindedir. Tarım topraklarında gübrelemenin etkisiyle artan nitrat iyonları, kış mevsiminde

yağışların artması sonucu derinlere incek ve en sonunda akifere ulaşacaktır. Grafikte kış aylarında nitrat değerlerindeki artış; artan yağışlar ve buna bağlı olan nitrat hareketliliği ile açıklanabilir. Ayrıca, sulu şartlarda yetiştirilen ve bahar döneminde ekimi gerçekleştirilen ikinci ürün pamuk ve mısır alanlarında kullanılan gübre miktarıyla kıyaslandığında kış döneminde (tahıl ve baklagil ekim zamanı) daha geniş alanlarda gübre uygulaması yapılmaktadır. Dolayısıyla kuyularda kış aylarındaki nitrat değerleri yaz aylarına göre daha yüksek seyretmiştir. Bu bağlamda, ovanın kirlilik düzeylerinin sürekli olarak izlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca ova özelinde, merkezi ve/veya yerel idareler tarafından yeraltı suyu kirliliğinin kontrolü ve önlenmesi ile alakalı ilke ve hedeflerin belirlenmesi, politika ve stratejilerin geliştirilerek tedbirler programının hazırlanması hayati önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, HÜBAK (Proje no: 14053) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- [1] Chen, J., Wu, H., Qian, H., "Groundwater Nitrate Contamination and Associated Health Risk for the Rural Communities in an Agricultural Area of Ningxia, Northwest China", *Exposure and Health*, pp 349-359, 2016.
- [2] Freeze, R. A. and Cherry, J. A., *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, , 604 pp., U.S.A, 1979.
- [3] Kahraman, N., "Harran Ovası Serbest Akiferinde Nitrat Kirlenmesinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- [4] Durmaz, H., Ardiç, M., Aygün, O., Genli, N., "Şanlıurfa ve Yöresindeki Kuyu Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeyleri", *YYÜ Vet. Fak. Derg.*, pp. 51-54, 2007.
- [5] Yeşilnacar, M. İ., Demir, F., Uyanık, S., Yılmaz, G., Demir, T., "Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi", *TUBİTAK Proje Kodu: 104Y188 (ÇAYDAG)*, 2007.
- [6] DSİ., "Harran Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu", DSİ Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara. 49s, 1972.
- [7] DSİ., "Harran Ovasında Tuzluluk ve Drenaj Problemi", Özet Rapor, 10 s., DSİ XV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa, 2003.
- [8] Yeşilnacar, M.İ., Uyanık, S., "Investigation of Water Quality of the World's Largest Irrigation Tunnel System, the Sanliurfa Tunnels in Turkey", *Fresenius Environmental Bulletin*, 14/4, pp. 300-306, 2005.

- [9] ASTM (The American Society for Testing and Materials), Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells, D4448-01, p.17, USA,2001.
- [10] ASTM, D6517-00, Standard Guide for Field Preservation of Ground-Water Samples, 2005.
- [11] TSE., TS 5090 EN 25667-2/Nisan 1997, Su Kalitesi-Numune Alma Bölüm 2: Numune Alma Teknikleri – Kılavuzu, 1997a.
- [12] TSE., TS 5106 ISO 5667-3/Nisan 1997, Su Kalitesi-Numune Alma Bölüm 3: Numunelerin Muhafaza ve Taşınma Kuralları, 1997b.
- [13] ANONİM., Numune Alma Kılavuzu 2004-1, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Çevre Referans Lab., 17 s., Ankara, 2004a.
- [14] ANONİM., Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, 7 Ocak 1991 tarih ve 20748 sayılı Resmî Gazete, 1991.
- [15] ANONİM., Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, Tarih: 31.12.2004 Sayı: 25687 sayılı Resmî Gazete, 2004b.
- [16] Şahinci, A., “Doğal Suların Jeokimyası”, Reform Matbaası, 548 s., İzmir, 1991.
- [17] George, P. R., Agricultural Water Quality Criteria Irrigation Aspects Resource Management, Technical Report No.30., ISSN 0729-3135,12p, October, 1983.
- [18] Çullu, M. A., Toprak Tuzlaşması, Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, GAP Eylem Planı, 2011.
- [19] Keeney, D., “Sources of Nitrate to Ground Water”, CRC Critical Reviews in Environmental Control, 257-304, 1986.
- [20] GAP UTAEM Güncel, “Tahıl raporu, Baklagil raporu, Pamuk raporu”, ISSN,2148-1962, YIL:1 SAYI:1. Aralık, 2013.
- [21] Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., “Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri”, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 25(2), 24-34 ISSN 1300-3496,2008.