

T.C.
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



III. ULUSAL SU MÜHENDİSLİĞİ SEMPOZYUMU



10-14 Eylül 2007
Gümüşdör / İZMİR

T.C.
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



III. ULUSAL SU MÜHENDİSLİĞİ
SEMPOZYUMU

BİLDİRİLER KİTABI



10-14 Eylül 2007
Gümüşdör/İZMİR



III. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu 10-14 Eylül 2007 Gümüşdör / İZMİR

**DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı
06100 Yücetepe / ANKARA**

Tel: 0 312 399 27 96

Faks: 0 312 399 27 95

e-posta: takk@dsi.gov.tr

usms@dsi.gov.tr

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki yayın hakları DSİ'ye aittir. Her hakkı saklıdır. Hiçbir bölümü ve paragrafı kısmen veya tamamen özet halinde, fotokopi, faks veya başka herhangi bir şekilde çoğaltılamaz, dağıtılamaz. Normal ölçüyü aşan iktibaslar yapılamaz. Normal ve kanuni iktibaslara kaynak gösterilmesi zorunludur.

Bu bildiriler kitabında yayınlanan bildiriler bir kurum veya kuruluşun resmi görüşü olmayıp tamamıyla yazarların kendi görüşleridir.

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Necati AĞIRALIOĞLU (İTÜ)
Prof. Dr. Mustafa ALTINAKAR (Mississippi Ü)
Prof. Dr. Doğan ALTINBİLEK (ODTÜ)
Prof. Dr. İlhan AVCI (İTÜ)
Prof. Dr. Mehmetçik BAYAZIT (İTÜ)
Prof. Dr. Ertuğrul BENZEDEN (DEÜ)
Prof. Dr. Mehmet BERKÜN (KTÜ)
Prof. Dr. Veysel EROĞLU (DSİ)
Prof. Dr. Basri ERTAŞ (KTÜ)
Prof. Dr. Mustafa GÖĞÜŞ (ODTÜ)
Prof. Dr. Şükrü GÜNEY (DEÜ)
Prof. Dr. Ali GÜNYAKTI (DAÜ)
Prof. Dr. İbrahim GÜRER (GÜ)
Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR (Erciyes Ü)
Prof. Dr. Nilgün HARMANCIOĞLU (DEÜ)
Prof. Dr. Sedat KABDAŞLI (İTÜ)
Prof. Dr. Mehmet KARACA (İTÜ)
Prof. Dr. Emin KARAHAN (İTÜ)
Prof. Dr. Mustafa Y. KILINÇ (KÜ)
Prof. Dr. Salih KIRKGÖZ (ÇÜ)
Prof. Dr. Nuri MERZİ (ODTÜ)
Prof. Dr. Halil ÖNDER (ODTÜ)
Prof. Dr. Hızır ÖNSOY (KTÜ)
Prof. Dr. Tülay ÖZBEK (GÜ)

Prof. Dr. Ünal ÖZİŞ (DEÜ)
Prof. Dr. Zekai ŞEN (İTÜ)
Prof. Dr. Gökmen TAYFUR (İYTE)
Prof. Dr. Ferhat TÜRKMAN (DEÜ)
Prof. Dr. A. Melih YANMAZ (ODTÜ)
Prof. Dr. Beyhan YEĞEN (İTÜ)
Prof. Dr. Nevzat YILDIRIM (GÜ)
Prof. Dr. Ömer YÜKSEK (KTÜ)
Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL (YTÜ)
Doç. Dr. Nurünissa USUL (ODTÜ)
Doç. Dr. Nuray TOKYAY (ODTÜ)
Doç. Dr. İsmail AYDIN (ODTÜ)
Doç. Dr. Can BALAS (GÜ)
Doç. Dr. Lale BALAS (GÜ)
Doç. Dr. Zafer BOZKUŞ (ODTÜ)
Doç. Dr. Kerem CİĞİZÖĞLU (İTÜ)
Doç. Dr. Şevket ÇOKGÖR (İTÜ)
Doç. Dr. Osman N. ÖZDEMİR (GÜ)
Doç. Dr. Ercan KÂHYA (İTÜ)
Doç. Dr. Özgür KİŞİ (Erciyes Ü)
Doç. Dr. Yakup DARAMA (DSİ)
Yrd. Doç. Dr. Burcu A. SAKARYA (ODTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Şahnaz TİĞREK (ODTÜ)
Yrd. Doç. Dr. İsmail YÜCEL (ODTÜ)

DANIŞMA KURULU

Haydar KOÇAKER (DSİ)
Şadi ÖZTÜRK (DSİ)
Rahmi Sencer ÇELİK (DSİ)
Ayhan SARIYILDIZ (DSİ)

ORGANİZASYON VE DÜZENLEME KURULU

Rahmi Sencer ÇELİK
Dr. Vehbi ÖZAYDIN
Doç. Dr. M. Ali KÖKPINAR
Dr. Ş. Yurdağül KUMCU (Sekreter)
Turgut ÇETİNEL
Dr. Çağlar ÖZCAN
Murat ÜYÜKLÜOĞLU

HARRAN OVASINDA TARIMSAL SULAMANIN YERALTI SUYU KALİTESİNE ETKİLERİ

M. İrfan YEŞİLNACAR¹, Muhsin NAZ¹, Sinan UYANIK¹,
Feridun DEMİR¹, Güzel YILMAZ¹, Tuncer DEMİR²

ÖZET

Harran Ovası, 141.500 ha lık sulanabilir alanıyla GAP'ın en geniş ovasıdır. 1995'te yüzey sulamasına geçilmesiyle beraber; artan tarımsal faaliyetler, aşırı ve kontrolsüz sulama, yetersiz drenaj sistemleri, tuzluluk, ovada uzaklaştırılan evsel ve diğer atıklar önemli çevresel sorunlara yol açmıştır. Ovanın, bazı bölümlerinde yeraltı suyu seviyesi 0-2 m mertebesine ulaşmıştır.

Bu çalışmanın amacı; yüzey sulamasının yol açtığı problemlerin, ovanın yeraltı suyu kalitesine olan etkilerini saptamaktır. Bunun için yeraltı suyu örnekleri, 2006 su yılı süresince, ayda bir kez, 24 adet temsili gözlem kuyusundan alınmıştır. EC, sıcaklık, pH ve yeraltı suyu seviyesi yerinde, örneklemekten hemen sonra ölçülmüştür. Sonuçlar; AB'nin 98/83/EC Yönergesi, TSE'nin TS 266 (Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular) standardı ve WHO'nun İçme Suyu Yönergeleri çerçevesinde değerlendirilmiş ve önceki çalışmalarla ayrıca karşılaştırılmıştır.

Yeraltı suyunun ortalama sıcaklığı yaklaşık olarak 20 °C dir. Ortalaması 7.00 ile 7.80 arasında olan pH değerleri; TSE standardı, WHO ve AB yönergeleri dâhilinde kabul edilebilir limitler içerisindedir. Ortalama EC değerleri (1317–2935 µS/cm); TSE (266) standardı (Tavsiye edilen değer = 650 µS/cm) ve WHO yönergelerindeki (müsaade edilebilecek maksimum değer = 250 µS/cm) seviyelerin oldukça üstündedir.

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, sulama, yeraltı suyu kalitesi, Harran Ovası, GAP

¹ Y. Doç. Dr., Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, 63300 Şanlıurfa, Tel: 0-414-344 00 20, Faks: 0-414-344 00 31, e-posta: mirfan@harran.edu.tr

Arş. Gör., e-posta: muhsinnaz@harran.edu.tr

Doç. Dr., e-posta: suyanik@harran.edu.tr

Y. Doç. Dr., e-posta: feridundemir@harran.edu.tr

Y. Doç. Dr., e-posta: gyilmaz@harran.edu.tr

² Doç. Dr., Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Osmanbey Kampüsü, 63300 Şanlıurfa, Tel: 0-414-344 00 20, Faks: 0-414-344 00 51, e-posta: tdemir@harran.edu.tr

ABSTRACT

The Harran Plain which is the largest plain of the Southeastern Anatolia Project in Turkey comprises 141.500 ha irrigable land. In 1995, besides the introduction to the surface irrigation; significant environmental problems arised at the plain as a result of intensive agricultural activities, excessive and un-controlled irrigation, lack of drainage systems, salinity and domestic and other wastes that were discharged to the plain. At some parts of the plain the groundwater level reached 0.0 – 2.0 m.

The aim of this study was to determine the effects of the aforementioned surface irrigation problems on the area's groundwater quality. Therefore, groundwater samples were taken monthly from 24 representative observation wells during 2006 water year and electrical conductivity (EC), temperature, pH and groundwater level were measured in-situ immediately after the sampling. The results were evaluated in accordance with the water intended for human consumption of Turkish Standards Institution (TSE), (266) standard, the Guidelines for Drinking-Water Quality of World Health Organization (WHO), the quality of water intended for human consumption of EU (European Union), (98/83/EC) directive, and compared with previous studies.

The mean temperature of groundwater was approximately 20 °C. The pH values, which ranged from 7.00 to 7.80, are within the limits accepted by the TSE (266) standard, the WHO guidelines and the EU directive. The EC values (min. 600 µS/cm, max. 8200 µS/cm) were found to be fairly above the TSE (266) (guide level = 650 µS/cm) standard and the WHO (max. admissible concentration = 250 µS/cm) guidelines.

Keywords: Salinity, irrigation, groundwater quality, Harran Plain, GAP

1. GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca dünyanın her yerinde yeraltı suyunu içme suyu olarak kullanmışlardır. Bugün dünya nüfusunun yarısından çoğu hayatta kalmak için yeraltı suyunu kullanmaktadır. Bu nedenle yeraltı suyu, sanayi, içme ve kullanma suyu ihtiyacı için önemli bir kaynaktır. Bazı bölgelerde ise nehir akışı için en önemli kaynak konumundadır. Yeraltı suları ekosistemin canlılığı, sürdürülebilirliği ve çeşitliliği için ayrıca gereklidir.

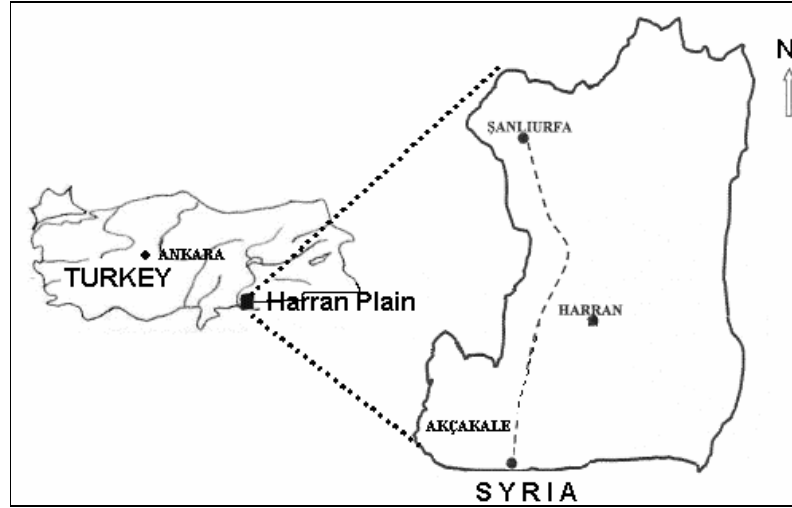
Yarı-kurak iklimin hâkim olduğu bölgelerde meydana gelen tuzluluk sadece ürün değil, aynı zamanda toprak ve su tuzlanmasına dolayısıyla yeraltı suyu kalitesine tesir eder [Feng vd., 2003]. Ayrıca tuzlanmış topraklar, yarı kurak bölgelerde olduğu gibi kurak bölgelerde de tarımsal üretim için büyük ölçüde bir kısıt oluşturur. İyileştirme, geliştirme ve yönetim stratejileri için tuzlanma etkisi altında olan alanlar sürekli olarak izlenmelidir. Toprak verimliliğini etkileyen önemli faktörler, toprak tuzluluğu, alkalinite ve sığ yeraltı suyu seviyeleridir. Aşırı buharlaşma ve toprak yüzeyine doğru olan tuzlusu hareketi, farklı toprak horizonlarında tuz birikimine neden olabilmektedir [Mehanni, 1998; Çullu vd., 2000]. Drenaj problemleri çözülmeden ve drenaj sistemleri olmadan yapılan sulama, dolayısıyla aşırı yeraltı suyu tuzluluk değerlerini önemli ölçüde artırmıştır. Yüksek tuzluluğun bir diğer sebebi ise su kaynaklarının yetersiz olduğu yerlerde sulamadan dönen drenaj sularının kullanılmasıdır [Ergezer ve Ağca, 1995].

Bu çalışmadaki örneklerin alındığı kuyular (sulamadan önce) içme, kullanma ve sulama suyu olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda, Şanlıurfa ve çevresindeki yerleşkelerin içme suyu ihtiyacının neredeyse tümü bu kuyulardan sağlanmıştır. Şimdilerde ise şehrin önemli bir bölümü, şehre bağlı kasabalar ve diğer bölgeler içme suyu şebekesine bağlanmıştır.

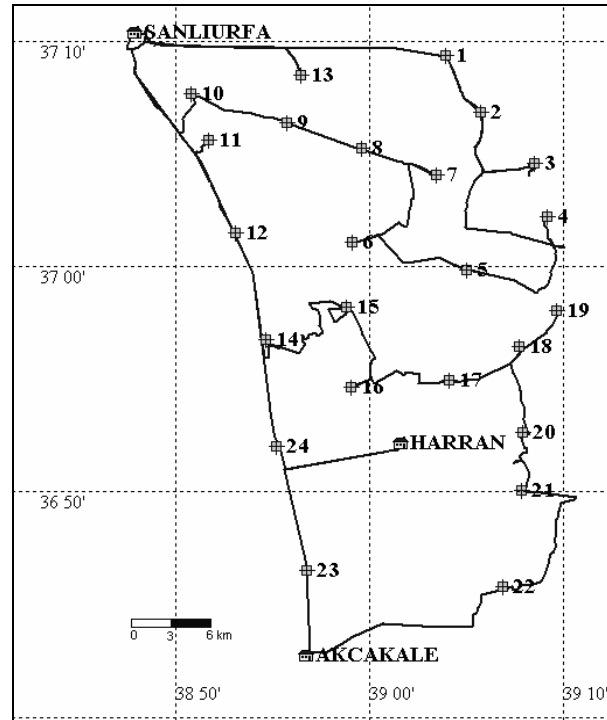
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

Harran Ovası, GAP'ın 141.500 ha sulanabilir araziye sahip en büyük ovasıdır [Altınbilek, 1997], (Şekil 1). Bu çalışma alanı, yaklaşık olarak 36° 43' - 37° 10' Kuzey enlemleri ve 38° 47' - 39° 10' Doğu boylamları arasındadır (Şekil 2). Ova 3700 km² drenaj alanı ile 1500 km² ova alanına sahiptir. Haziran ve Eylül ayları arasında neredeyse hiç yağış görülmemesi nedeniyle yarı kurak bir iklime sahiptir. Ovada uzun süreli ortalama yıllık yağış miktarı 284,2 mm, sıcaklık 18 °C ve buharlaşma miktarı 1884 mm dir.



Şekil 1. İnceleme alanı lokasyon haritası



Şekil 2. Ölçüm yapılan kuyuları gösteren lokasyon haritası

2.2. Çalışma Alanının Topografyası

Ovadaki eğim, genellikle kuzeyden güneye doğrudur ve % 0 - % 2 arasında değişir. Yüzey eğimi, Harran ve Akçakale ilçeleri civarında oldukça düzdür; problemin çıkış yeri olmaları nedeniyle engebesiz alanlardır. Ovanın kuzey bölgesindeki eğim, güney bölgesindeki eğimden genel olarak daha yüksektir ve yüzey-yüzeyaltı problemleriyle nadiren karşılaşılır [KHGM, 1995].

2.3. Çalışma Alanının Temel Jeolojik, Hidrojeolojik Özellikleri ve Toprak Karakteristikleri

Çalışma alanında bulunan jeolojik birimler, alttan üste doğru; Eosen, Pliyosen ve Pleyistosen yaşlı birimlerdir. Eosen; karstik, kırıklı ve çatlaklı kireçtaşıdan oluşur ve kalınlığı yaklaşık 300 m civarındadır. Çalışma alanının doğu, batı ve kuzeyinde yüzeylenen bu tabaka derin ve basınçlı akiferdir. Pliyosen; yersel jips içeren kilden oluşmuştur ve kalınlığı yaklaşık olarak 200 m dir. Bu tabakanın akifer özelliği yoktur. Pleyistosen yaşlı birime geçirimsiz bariyer oluşturur. Pleyistosen; kil, kum ve çakıldan oluşur ve kalınlığı yaklaşık olarak 60 m dir [DSİ, 1972]. Bu birim sığ/serbest akifer özelliğindedir ve aynı zamanda burada yüzlerce sığ kuyu açılmıştır. Çalışmada, yeraltı suyu örnekleri bu birimden alınmıştır.

Harran ovası toprakları killidir ve pH değeri nötr düzeydedir (7,50–8,00). Ovada yapılan permeabilite deneylerinin sonuçlarına göre; minimum permeabilite katsayısı 0,22 m/gün ve maksimum ise 3,51 m/gün dür. Toprak profilleri; alanın ve dinlenmeye bırakılan alanın % 77 sinde 150 cm den daha derin ve sığdır. Bu alanın altında bulunan materyaller kum, kireç ve kayadır. Tarımın yapıldığı alanda toprakların % 95 i ağır tekstüre ve sadece % 5 i orta dereceli tekstüre sahiptir. Aynı zamanda toprakların alt tabakası da ağır tekstürlüdür. Toprak renkleri genellikle kahverengi ve kırmızımsı kahverengidir [DSİ, 1972; Özer ve Demirel, 2002].

2.4. Arazi Ölçümleri

Özellikle, önemli çevresel problemlerin yaşandığı bölgede, tüm ovayı temsil eden yerlerden seçilmiş örnekleme noktalarından alınan yeraltı suyu örneklerinin sıcaklık, pH, EC ve yeraltı suyu seviyesi 2006 su yılı boyunca (1 Ekim 2005 – 30 Eylül 2006) arazide ölçülmüş, değerlendirilmiş ve tartışılmıştır. Türkiye’de ve kuzey yarıkürede kullanılan su yılı; yılın Ekim ayının 1 inde başlar ve sonraki yılın Eylül ayının 30’ unda sona erer ve sonraki yılın adını alır [Usul, 2005].

EC, sıcaklık, pH ve yeraltı suyu seviyesi; YSI 6600 sonde, SevenGo pro-SG7 iletkenlik ölçer, portatif pH metre ve kuyumetre kullanılarak yerinde ölçülmüştür.

Örnekleme ve ölçüm işlemleri aşağıda verilmiş olan prosedürlere uygun olarak yapılmıştır:

- D4448–01 Yeraltı Suyu İzleme Kuyuları İçin Standart Kılavuz [ASTM, 2001]
- Su Kalitesi-Numune Alma-Bölüm 2: Numune Alma Teknikleri Kılavuzu [TSE, 1997]
- Yeraltı Suyu Kuyularında Örnekleme [EPA, 1995]

Sonuçlar aşağıdaki standartlara uygun olarak değerlendirilmiştir.

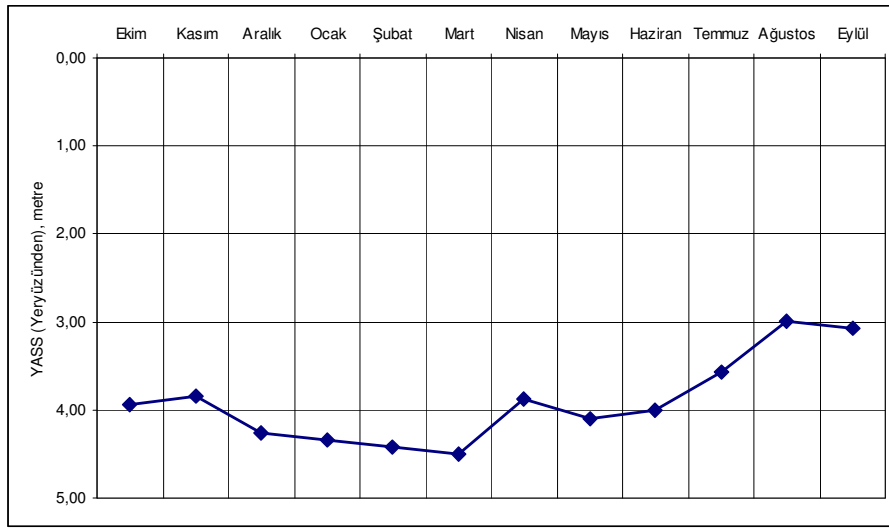
- TS 266; Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular [TSE, 2005]
- WHO İçme Suyu Kalitesi Yönergesi [WHO, 1993]
- AB’nin 98/83/EC Direktifi; İnsani Tüketim Amaçlı Sular [EU, 1998]

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

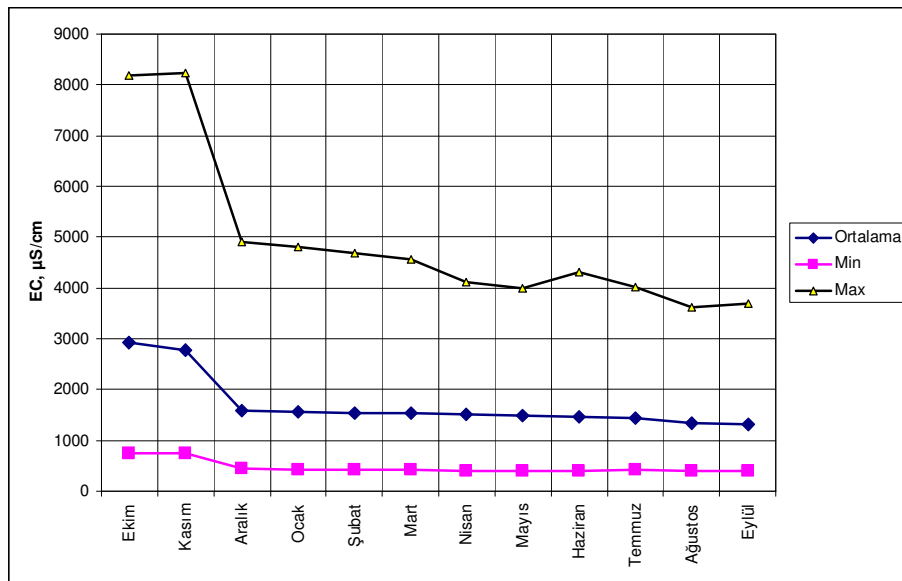
1980’den beri yeraltı suyu seviyesi ölçümleri ovanın muhtelif yerlerinde DSİ tarafından yapılmaktadır. 1995’te yüzey sulamasına geçilmesinden bu yana, bazı kuyularda yeraltı suyu

seviyesi 30 m den 2 m ye yükselmiştir (1995–2003). Örnek olarak; 2002’de sulama yoluyla ovaya iletilen suyun miktarı $1048 \times 10^6 \text{ m}^3$ olmasına rağmen yağışın getirdiği su miktarı $223 \times 10^6 \text{ m}^3$, buharlaşmanın miktarı $1021 \times 10^6 \text{ m}^3$ ve drene edilen su miktarı ise $128 \times 10^6 \text{ m}^3$ olmuştur. Sonuç olarak depo edilen suyun miktarı $121 \times 10^6 \text{ m}^3$ olmuştur. Harran toprakları killi-tekstüre sahip olmasına rağmen su geçirgenliği çok yüksektir [DSİ, 2003]. Bu nedenle; arazideki yetersiz drenaj ve sulamadaki kontrolsüzlük bazı bölgelerde yeraltı suyunu toprak yüzeyine daha da yakınlaştırmıştır.

Bu çalışmada 12 ay boyunca gözlemlenmiş olan 24 kuyuda ortalama yeraltı suyu seviyesi Nisan ile Eylül ayları arasında (Mayıs hariç), bu ayların sulama dönemini oluşturması dolayısıyla oldukça yüksektir (Şekil 3). Yükselişlerin gözlemlendiği bu aylarda, ortalama EC değerlerinde, aşırı su yüklemesinin sonucu olan seyrelme nedeniyle kısmi düşüşler gözlenmiştir. Bu aylarda, EC seviyesi stabil konumdadır (Şekil 4). Ekim ve Kasım ayında ölçülen EC değerlerinin bu denli



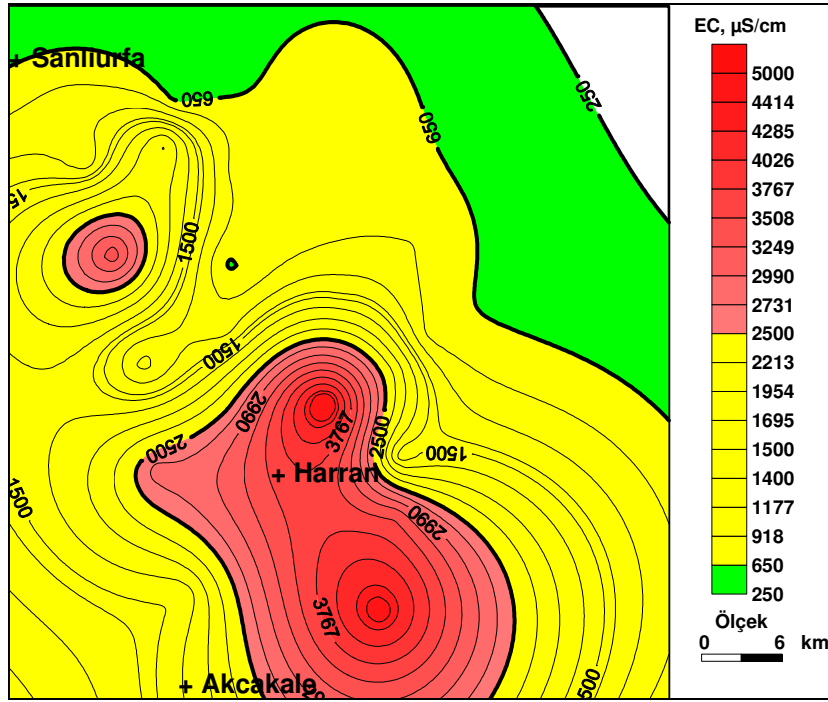
Şekil 3. Ortalama YASS'nin aylık değişimi



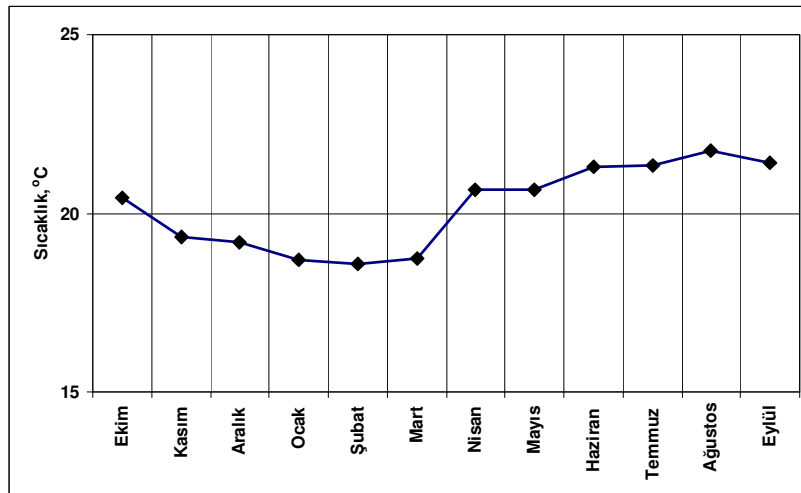
Şekil 4. Minimum, maksimum ve ortalama EC değerlerinin aylık değişimi

yüksek olmasının nedeninin; ovada sulanmayan fakat buna karşılık horizonlarında tuz birikimi olan bölgelerdeki kristallenmiş tuzların, yılın ilk yağışlarıyla çözünüp yeraltı suyuna karışması olduğu kanaatine varılmıştır. Oldukça yüksek olan EC değerleri Şanlıurfa'nın güneydoğu bölgesinde, Akçakale'nin kuzeydoğu bölgesi ve Harran çevresinde yayılım göstermektedir (Şekil 5). Bu durum, anılan bölgelerdeki arazilerin sıfıra yakın eğimi, çukura benzer şekilleri ve toprakların yoğun olarak tuzlanması ile açıklanabilir.

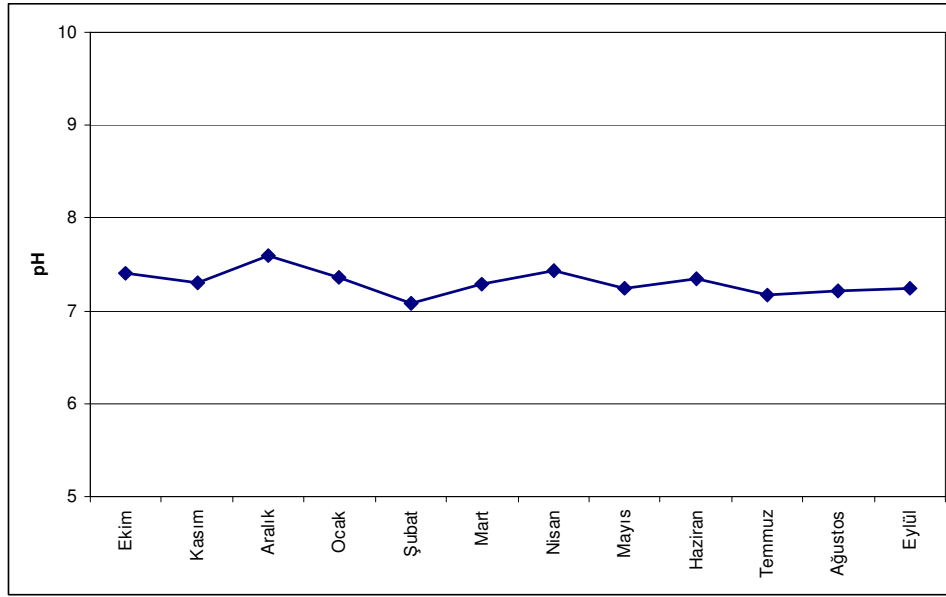
Yeraltı suyu sıcaklığında önemli mevsimsel değişimler yoktur. Su sıcaklığının ortalaması yaklaşık 20 °C dir (Şekil 6). Yeraltı suyu ortalama pH değerleri (7.00–7.80), TSE 266 standardı, WHO yönergeleri ve AB direktiflerince kabul edilebilir sınırlar dâhilindedir (Şekil 7).



Şekil 5. Elektriksel iletkenliğin (EC) mekânsal dağılımı



Şekil 6. Ortalama YAS sıcaklığının aylık değişimi



Şekil 7. Ortalama pH değerinin aylık değişimi

EC, sulama ve içme sularının sınıflandırılmasında bir kriter olarak kullanılmaktadır [Erguvanlı ve Yüzer, 1987]. Ortalama EC değerleri (1317–2935 $\mu\text{S}/\text{cm}$) TSE 266 standardı (Tavsiye edilen değer = 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve WHO yönergelerindeki (müsaade edilebilecek maksimum değer = 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ilgili sınırların oldukça üzerindedir. 2002–2003 yıllarında Şanlıurfa Tünelleri'nin çıkış ağzında yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre; suyun ovaya iletilmeden önceki ortalama EC değeri 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sulama suyu kalitesi Wilcox Diyagramı'na göre “Çok İyi-İyi” ve ABD Tuzluluk Diyagramı'na göre C2-S1 sınıfındadır. Bu verilere dayanarak bu suyun her çeşit sulama için uygun olduğu saptanmıştır [Yeşilnacar ve Uyanık, 2005]. Sonuçlar, sulama suyu kalitesinin yeraltı suyu kalitesine negatif bir etkinin olmadığını göstermektedir. Fakat Harran Ovası'nda sulama sonrasında yapılan diğer çalışmalarda, yeraltı suyunun sulama suyu kalitesi; ABD Tuzluluk Diyagramı'na göre C3-S1 ve C4-S1 sınıfında olduğu saptanmıştır [Yeşilnacar vd., 2007].

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ova genelini temsil eden 24 kuyuda yapılan izleme sonucunda yeraltı suyu seviyesinin yükseldiği belirlenmiştir. Bu yükseliş, tuzlanmaya ve suyun bitkiler için kritik eşik seviyesine yaklaşmasına neden olmuştur. Oldukça yüksek olan EC seviyeleri, önceleri içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılan kuyuları kullanılamaz hale getirmiştir. Bu kuyular altta bulunan, bol ve iyi kalitede su veren derin akiferin kirlenme ihtimalini de gündeme getirmiştir. Ne yazık ki Orta Doğu'nun en bol yeraltı suyu rezervinin kalitesi günbegün bozulmaktadır. Bu bağlamda; aşağıdaki hususların bir an önce uygulamaya konması yaşamsal önem taşımaktadır:

1. Bu çalışmada sunulan izleme teknikleri, kuyu sayısı artırılarak (derin kuyular da dâhil edilerek) daha fazla parametre için derhal uygulanmalıdır.
2. Özellikle yeraltı suundaki nitrat düzeyi izlenmelidir.
3. Yeraltı suyu kirlilik haritaları bir an önce hazırlanmalıdır.
4. Zirai sulamada su kullanımı hususunda çiftçilerin eğitimi mutlaka gereklidir.
5. Ana drenaj sistemi gözden geçirilmeli ve farklı yöntemlerle geliştirilmelidir.
6. Yüzey altı drenaj sistemi gerek görülen bölgelere inşa edilmelidir.
7. Arazi düzenlemesi ve yüzey kanalları gibi altyapı çalışmaları tamamlanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmayı (Proje no:104Y188) maddi olarak destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Feng, G.L., Meiri, A., Letey, J., (2003). "Evaluation a model for irrigation management under saline conditions: II. Salt distribution and rooting pattern effects", *Soil Science Society of America Journal*, 67, 77–80.
- Mehanni, A.H., (1998). "The influence of depth on salinity of water table on the salt levels in the duplex red-brown earths of the Goulburn Valley of Victoria", *Australian J. of Experim. Agr.*, 28, 593–597.
- Çullu, M.A., Çelik, İ., Almaca, A., (2000). "Degradation of the Harran Plain soils due to irrigation", *Proceedings of the International Symposium on Desertification*, 193-197, Konya, Turkey.
- Ergezer, S., Agca, N., (1995). "Harran Ovasının Sulanan Alanlarında Toprak, Sulama Suyu ve Taban Sularının Tuzlulukla İlgili Özellikleri ve Bunlar Arasındaki İlişkiler", *Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1, 91–108.
- Altınbilek, H.D., (1997). "Water and land resources development in southeastern Turkey", *Journal of Water Resources Development*, 13, 311–332.
- Anonim, (1995). "Şanlıurfa İli Arazi Varlığı", *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*, Rapor no:63, Ankara.
- DSİ, (1972). "Harran Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu", *DSİ Genel Müdürlüğü Matbaası*, 49s., Ankara.
- DSİ, (2003). "Harran Ovasında Tuzluluk ve Drenaj Problemleri", *DSİ XV. Bölge Müdürlüğü*, 10s., Şanlıurfa.
- Özer, N., Demirel, A.F., (2002). "Ground water and soil salinity problems in operation stage in Sanliurfa-Harran Plain", *International Conference on Sustainable Land Use and Management*, 332–333, Çanakkale, Turkey.
- Usul, N., (2005). "Engineering Hydrology", *METU Press Publishing Company*, 404 p., Ankara, Turkey.
- ASTM, (2001). "Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells", *The American Society for Testing and Materials*, D4448–01, p.17, USA.
- TSE, (1997). "Su Kalitesi-Numune Alma-Bölüm 2: Numune Alma Teknikleri Kılavuzu", TS 5090 EN 25667–2, 15s, Ankara.
- EPA, (1995). "Groundwater Well Sampling", *The U.S. Environmental Protection Agency*, SOP#:2007, 01/26/1995, USA.
- TSE, (2005). "Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular", TS 266, 10s., Ankara.
- WHO, (1993). "The Guidelines for Drinking-Water Quality", Second edition, *World Health Organization*, Geneva.
- EU, (1998). "Council Directive 98/83/EC of European Communities on the quality of water intended for human consumption", *European Union*, 3 November 1998, p.32.
- Erguvanlı, K., Yüzer, E., (1987). "Yeraltı Suları Jeolojisi (Hidrojeoloji)", *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınevi*, 339s., İstanbul.
- Yeşilnacar, M.İ., Uyanık, S., (2005). "Investigation of water quality of the world's largest irrigation tunnel system, the Sanliurfa Tunnels in Turkey", *Fresenius Environmental Bulletin*, 14, 300–306.
- Yeşilnacar, M.İ., Demir F., Uyanık, S., Yılmaz, G., Demir, T., (2007). "Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi", *TÜBİTAK Projesi, Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu (ÇAYDAG), Proje Kodu: 104Y188*.