

Yazışma yazarı:
Ayşegül Demir Yetiş
guldem83@gmail.com

Referans:
Demir Yetiş, A., Yesilnacar, M.I., Selek, Z., (2018), Ceylanpınar Ovasında Yeraltı Suyu Tuzluluğunun Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli İncelenmesi, Su Kaynakları, 3, (1) 51-59,

Makale Gönderimi : 23 TEMMUZ 2018
Online Kabul : 9 AĞUSTOS 2018
Online Basım : 15 AĞUSTOS 2018

Ceylanpınar Ovası'nda Yeraltı Suyu Tuzluluğunun Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli İncelenmesi

Ayşegül Demir YETİŞ¹, M.İrfan YEŞİLNACAR², Zeliha SELEK³

¹ Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bitlis, Türkiye.

² Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

³ Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.

Özet Ceylanpınar Ovası, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer almakta olup sınıraşan bir yeraltı suyu havzasını temsil etmektedir. Yaklaşık olarak 2.000 km²'lik yüz ölçümüyle Türkiye'nin en geniş tarımsal ve hayvansal kullanım alanına sahiptir. Ayrıca ovada sulama projesi kapsamında sulama maksatlı yeni kuyuların açılmasıyla birlikte yeraltı suyu tuzluluğunun değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla çalışma, Nisan 2012 – Ocak 2013 tarihleri arasında mevsimlik olarak 1 yıllık periyotta 45 örnekleme noktasında yürütülmüştür. YAS örneklerinde iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Yeraltı suyu (YAS) tuzluluğu, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) vasıtasıyla kriging enterpolasyon yöntemiyle alansal dağılım haritaları oluşturularak havza bazında incelenmiştir. Sonuç olarak; Ceylanpınar Ovası YAS tuzluluğu açısından beslenme havzası (kuzey) ve boşalma havzası (güney) bazında ele alınarak değerlendirilmiştir. YAS örneklerinde iletkenlik (EC) değerleri 208-3870 µS/cm aralığında tespit edilmiştir. Buna göre boşalma havzasında, standartlarla kıyaslanınca limit değerleri aşan yüksek iletkenlik değerleri ölçülmüş. YAS tuzluluğu açısından sulama suyu sırasıyla C3 (tuzlu sular) ve C4 (çok tuzlu sular) olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ceylanpınar Ovası, Tuzluluk, CBS, Yeraltı suyu

Investigation Of Groundwater Salinity In Ceylanpınar Plain Using Geographic Information System

Abstract Ceylanpınar Plain is located in the Southeastern Anatolia region and represents a transboundary groundwater (GW) basin. With approximately 2,000 km² surface area, it has Turkey's largest agricultural and animal use. In addition, it is important to evaluate the salinity of groundwater along with the opening of new wells for irrigation purposes in the scope of irrigation project in the ovary. For this purpose, the study was conducted between April 2012 and January 2013 seasonally at 45 sampling points per a year period. Conductivity measurements were made in GW samples. GW salinity based on water basin was investigated via Geographical Information System(GIS) with the kriging interpolation method by creating areal distribution maps. As a result; The Ceylanpınar Plain was assessed in terms of GW salinity based on nutrition basin (north) and discharge basin (south). Conductivity (EC) values of GW samples were determined at 208-3870 µS / cm. Accordingly, high conductivity values exceeding the limit values compared to the standards have been measured in the discharge basin. In terms of GW salinity, irrigation water is classified as C3 (saline water) and C4 (very saline water) respectively.

Keywords: Ceylanpınar Plain, Salinity, GIS, Groundwater

1. Giriş

Yüzey ve yeraltı sularının kaynağı yağışlar olmasına rağmen, yeraltı suları yüzey sularından daha fazla miktarda mineral madde içerir. Yağmurun yere düşmesi, süzülmenin başlaması ve suyun toprak ve kayaların boşluklarından geçmesiyle yeraltının farklı derinliklerine ulaşan sular buradaki değişik bileşimli kayalarla sürekli temas halindedir. Bu kayaların suda eriyebilme derecelerine göre az ya da çok oranda erimiş madde veya mineraller yeraltısularına karışır. Yeraltı suyunda çözünmüş bu bileşenlerin varlığı yeraltında işleyen hidrojeolojik sistem olan farklı jeokimyasal proseslerden etkilenir. Kayaç tipi, suyun kayaçta bekleme zamanı, yeraltı suyunun orijinal kompozisyonu ve suyun akış yolunun özelliği gibi birçok faktör yeraltı suyunun jeokimyasını etkileyen etmenler arasındadır (Salman ve Elnazer, 2015)

Yeraltı sularının kimyasal bileşimi; temas ettiği maddelerin fiziksel özelliklerine, bileşimlerine ve temas süresine bağlı olarak tayin edilir. Suyun söz konusu maddelerle temas süresi uzadıkça suda daha fazla miktarda mineral çözünmektedir (Sargın, 2010; Singh ve ark., 2015). Bunun yanında akiferi oluşturan jeolojik formasyonun suda kolay çözünebilir mineraller içermesi, akifere tuzlu su içeren yan formasyonlardan beslenimin olması, yağış sularının veya akarsuların drenaj havzası içindeki tuzlu toprak veya jeolojik formasyonlarla teması sonucunda tuzlanarak akifere girmesi, tatlı su taşıyan akifere termal veya mineralli su girişi veya gübreleme gibi nedenlerle de oluşabilmektedir (Apaydın, 2008). Yeraltı suyu kimyası özellikle kurak ve yarı kurak iklim şartlarının yaşandığı bölgelerde çok hızlı bir şekilde değişim sergilemekte ve buna bağlı olarak sudaki tuzluluk miktarı artmaktadır. Buna, yukarıda sayılan faktörlerin yanında yerel özellikler, sulama miktarı, çevrenin kuraklık durumu gibi faktörler de etki etmektedir.

Su tarımsal üretim için önemli bir unsur olup, sulamada kullanılan suyun tuzluluk miktarı bitki gelişimi açısından da önemlidir (Demir ve Kılıç, 2012). Tuzluluğu yüksek olan su ile sulama, hem toprakta ve hem de drenaj sularında tuzluluğun artmasına neden olmaktadır. Bütün bitkiler mineraller açısından iyonların optimum miktarlarına ihtiyaç duyarlar. Ancak bu miktarın artması bitkinin zarar görmesine neden olur (Apaydın, 2008). Suyun tuzluluğunun fazla olması, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yükselmesine ve buna bağlı olarak köklerin topraktan daha az su almasına neden olacağından bitki verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Tuzluluk arttığı zaman bitkinin yaprakları sararır solmakta, bitki turgoru azalarak bitkinin görüntüsü kötüleşmektedir. Bir bitki tuzlu suya maruz kaldığında bitkilerde kalıcı deformasyonlar oluşur ve bu da verimi kötü etkiler (Arslan ve ark., 2007). Bu tür durumlarla karşı karşıya gelmemek suyun ancak ihtiyaç oranında kullanılmasıyla mümkündür. Bu yüzden su tahsisleri yapılırken kontrollü yapılması, sulama tesislerinin iyi işletilmesi, sulama planlamalarının yapılması ve su yönetiminin çok iyi uygulaması şarttır. Aşırı ve dengesiz sulama suyu kullanımı ile, toprak taban suyu seviyesindeki artış toprak verimliliğinin de azalmasına sebep olur. Ayrıca, bazı sulama yapılan topraklarda aşırı derecede tuz seviyesinin artmasından dolayı toprakta çoraklaşma meydana gelmekte ve tarım arazileri tarımsal üretime elverişsiz hale gelmektedir. Taban suyu seviyesinin yükselmesi ve tuzluluk artışı gibi endenlerden dolayı tarımsal alanların niteliğinin bozulması sulamanın sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemekte ve ekonomik anlamda da ciddi kayıplara neden olmaktadır (Demir ve Kılıç, 2012).

Bu çalışmada, dünyanın en büyük çiftliği konumunda olan TİGEM (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü) çiftliğine ait arazilerin içinde yer aldığı yine Türkiye'nin sınıraşan bir yeraltı suyu havzasını temsil eden Ceylanpınar Ovası'nın yeraltı sularında iletkenlik değerleri tespit edilmiştir. İletkenlik değerlerinden yola çıkılarak yeraltı suyu tuzluluğunun ova genelindeki durumunu görsel olarak sunmak amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) faydalanılmıştır. CBS'de kriging enterpolasyon yöntemi kullanılarak ova genelinde iletkenlik değerlerine ait alansal dağılım haritaları oluşturulmuş ve yeraltı suyu tuzluğu açısından su sınıfları belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Ceylanpınar Ovası, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer almakta olup sınıraşan bir yeraltı suyu havzasını temsil etmektedir. Ovanın yüz ölçümü yaklaşık 2.000 km²'dir. Doğuda Ceylanpınar ve Kızıltepe, batıda Akçakale ve Harran ilçeleri, güneyde Suriye Devleti ve kuzeyde Viranşehir İlçesi arazileri ile sınırlıdır. Ceylanpınar Ovası'nın 2.000 km²'lik yüz ölçümünün 1.750 km²'si Tarım İşletmesi Genel Müdürlüğü (TİGEM), Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait arazilerdir. Ceylanpınar Ovası Türkiye'nin en geniş tarımsal ve hayvansal kullanım alanına sahip ovası konumundadır. Türkiye'nin su ihtiyacının 1/5'ini karşılayacak kadar zengin bir yeraltı suyu rezervine sahiptir (DSİ, 2012). Ceylanpınar Ovası Güneydoğu Anadolu bölgesinde Aşağı Fırat havzasında yer almaktadır. Ovanın doğu-batı istikametindeki boyu 80 km, güney-kuzey istikametindeki eni ise 40 km'dir. 36° ile 37°20' doğu boylamları ile 39°30' ile 40°10' kuzey enlemleri arasındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 397 metredir. Araziler genellikle kuzeybatıdan, güneydoğuya doğru meyillidir. En yüksek kot 527 m, en düşük kot 370 m arasında değişmektedir (DSİ, 1970). Ceylanpınar Ovası'nın temelini Eosen yaşlı kireçtaşı teşkil etmektedir. Bunların üzerini Miyosen'in kalker, yer yer jipsli çakıllı kil ve killi kumlar örtmüştür. Kuzeye doğru gidildikçe bu seriler üzerinde bazalt örtüsü yer alır. Yeraltı suyunu taşıyan en önemli formasyon olan Eosen kalkerleri, kuzeyde bazaltların, güneyde ve doğuda ise Miyosenin altında yer alır. Ovada yeraltı suyu taşıyan en önemli formasyon Eosen yaşlı kalkerler ile kısmen bazaltlardır. Miyosen formasyonu genellikle kil, kalker, marn, ile tali olarak çakıl ve kum seviyeleri ile bunların karışımından ibarettir. Miyosen yaşlı formasyonu az miktarda su taşısa da kötü kalitededir. Miyosen'in kalınlığı güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru gidildikçe azalır. Bazaltlar kuzeyden güneye doğru yayılmış olup kısmen Miyosen serileri üzerinde kısmen de Eosen kalkerleri üzerinde örtü teşkil eder. (DSİ, 1970). Ovada bitkisel üretim faaliyetlerine bakıldığı zaman sulanamayan kuru ziraat alanlarında buğday ve mercimek ekimi yapılmakta, sulu alanlarda buğday, pamuk, mercimek, ayçiçeği, yem bitkileri ve II. ürün mısır üretilmektedir. Bunun yanında atep fıstığı fidanı üretimi de yapılmaktadır (DSİ, 2012). Ceylanpınar Ovası'nda karsal iklim koşulları hakim olup, yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlı geçer. Yağış düşük ancak buharlaşma yüksektir. 1970-2012 yılları arasındaki ortalama göre en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 48,2 °C, en düşük sıcaklık Ocak ayında -12,3 °C'dir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında hemen hemen hiç yağmur almayan 1970-2012 yılları arasındaki en düşük yağış ortalaması 295,1 mm, en yüksek yağış ortalaması ise 458 mm, yıllık ortalama nispi nem %71,6 ve en düşük nispi nem %5'tir.

2.2. Yöntem

Ceylanpınar Ovası'nda TİGEM sahası ve bazı köylerin de içinde olduğu çalışma alanı içerisinde yeraltı suyu sondaj kuyularında izleme çalışmaları Nisan 2012- Ocak 2013 tarihleri arasında yürütülmüştür. 1 yıl süreyle mevsimsel olarak bahar, yaz, güz ve kış dönemlerini içine alacak şekilde 45 adet örnekleme kuyusunda EC (iletkenlik) ölçümleri yapılmıştır. Örnekleme noktalarına ait lokasyon bilgileri Tablo 1 ve çalışma alanını ile noktaların konumu Şekil 1'de sunulmuştur. EC ölçümü WTW marka cihazı ile yerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanındaki kuyulara ulaşım için araç desteği DSİ XV. Bölge Müdürlüğü ve TİGEM Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün lojistik katkıları ile sağlanmıştır.

Çalışma sahasına ait topografik haritalar Coğrafi Bilgi Sisteminde ArcGIS ArcMap 10.1 veritabanına aktarılmıştır. Topografik haritalara ait 1/ 100000 ölçekli paftalar ArcMap'te koordinatlandırılmış ve alınan tüm kuyu koordinatları bu haritalar üzerine işlenmiştir. Arazide iletkenlik ölçüm çalışmaları tamamlandıktan sonra, elde edilen tüm sonuçlar başlıca topografik harita oluşturma ve 3D arazi modelleme gibi amaçlarla kullanılan Surfer Version 13.00 Golden Software, Inc yazılımına aktarılmıştır. Surfer'da kriging enterpolasyon yöntemi kullanılarak ova geneline ait yeraltı suyu iletkenlik dağılım haritaları oluşturulmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri, konuma dayalı elde edilen sayısal bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya görsel anlamda özetlenerek sunulması esasına dayanan bir bilgi sistemi olup (Tokatlı ve ark., 2014), çalışmada kullanılan enterpolasyon yöntemi ise bilinen noktalardan yola çıkılarak bilinmeyen noktaların tahmini yapmada kullanılan bir yöntemdir.

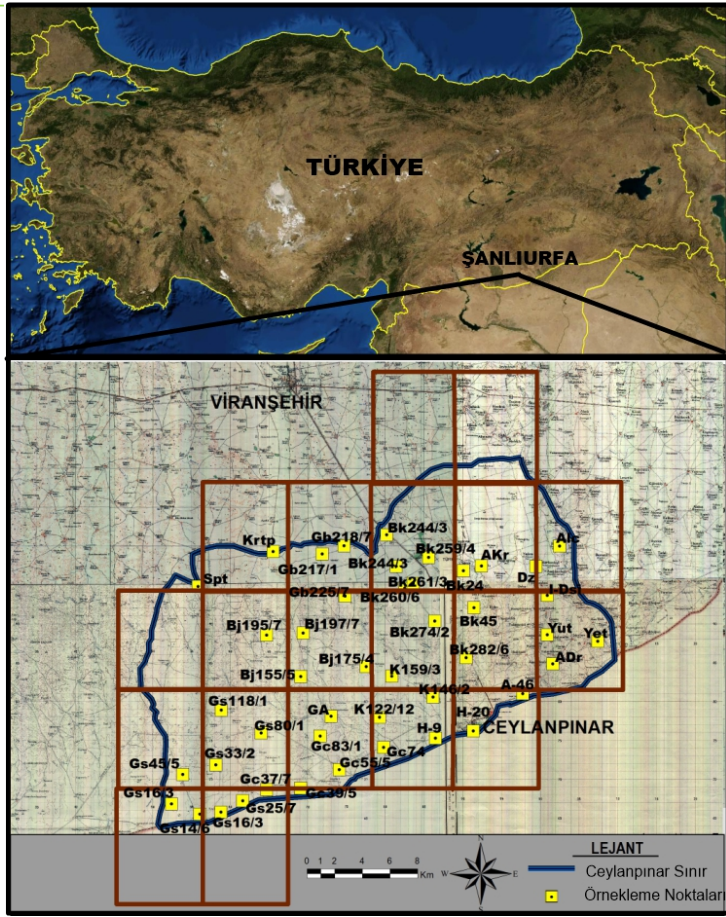
Yeraltı suyunun tuzluluğunun belirlenmesinde, tuz içeriğinin bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) gibi parametreler kullanılmaktadır. EC değerine göre sulama suyu sınıfı 4 sınıfta incelenmektedir.

Az Tuzlu Su (C1), tuzluluk yaratma ihtimali çok zayıf olup, hemen hemen her tip toprakta ve bitkilerin büyük bir kısmının sulanmasında güvenle kullanılabilir. Geçirgenliği çok fazla düşük olan topraklar hariç, normal sulama tedbirleri dışında herhangi bir tedbirin alınmasına gerek göstermez.

Orta Tuzlu Su (C2), sulama esnasında orta derecede bir tuz yıkanmasının sağlandığı hallerde kullanılabilir. Tuza karşı dayanıklılığı orta derecede olan bitkiler çoğunlukla tuzluluk kontrolü için özel tedbirler alınmasına gerek göstermeden yetiştirilebilir.

Fazla Tuzlu Su (C3), Drenajı kısıtlı sahalarda kullanılamaz. Drenajın iyi olması durumunda dahi tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şart olup, tuzluluk kontrolü için özel tedbirlerin alınmasına gerek duyulabilir.

Çok Fazla Tuzlu Su (C4), normal şartlar altında sulama suyu olarak kullanılmaya uygun değilse de, ender hallerde kullanılabilir. Bu takdirde, toprağın geçirgenliğinin gayet iyi olması, suyun yeterli miktarda yıkanma sağlayacak şekilde bol olarak verilmesi, drenajın iyi olması ve nihayet tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şarttır (Wilcox, 1955; Demir ve Kılıç, 2012).



Şekil 1. Ceylanpınar Ovası örnekleme noktalarının konumu.

Tablo 1. Örnekleme noktalarına ait bilgiler ve koordinatlar (Demir Yetiş, 2013).

Kuyu No	İşletme	Kuyu parsel no	Derinlik (m)	X	Y
Gc74	Gökçayır	74	175	579801	4074127
Gc55/5	Gökçayır	55/5	200	574073	4071260
Gc39/5	Gökçayır	39/5	175	569081	4068878
Gc37/7	Gökçayır	37/7	200	564704	4068709
Gc83/1	Gökçayır	83/1	175	571611	4075571
Gc80/1	Gökçayır	80/1	200	563997	4075973
Gs45/5	Gümüşsu	45/5	225	553882	4070676
Gs33/2	Gümüşsu	33/2	200	558150	4071893
Gs13/9	Gümüşsu	13/9	254	552398	4066888
Gs14/6	Gümüşsu	14/6	210	556052	4065543
Gs16/3	Gümüşsu	16/3	200	558802	4065801
Gs25/7	Gümüşsu	25/7	200	561615	4067270
Gs118/1	Gümüşsu	118/1	200	558833	4078946
Bj195/3	Bejlik	195/3	295	564681	4088557
Bj155/5	Bejlik	155/5	295	569079	4083231
Bj197/7	Bejlik	197/7	280	569393	4088841
Bj175/4	Bejlik	175/4	270	577554	4084541
H-9	Habur	H-9	110	586476	4075319
H-20	Habur	H-20	110	591384	4076264
A-46	Akrepli	46	120	597755	4081049
Bk251/4	Beyazkule	251/4	350	581433	4097422
Bk244/3	Beyazkule	244/3	350	580209	4101470
Bk260/6	Beyazkule	260/6	270	582503	4094580
Bk261/3	Beyazkule	261/3	225	583620	4095199
Bk274/2	Beyazkule	274/2	225	586403	4090358
Bk282/6	Beyazkule	282/6	215	590440	4085675
Bk45	Beyazkule	45	200	591476	4092105
Bk24	Beyazkule	24	200	590101	4096856
Bk259/4	Beyazkule	259/1	348	585607	4098558
Gb218/7	Gürgürbaba	218/7	350	574702	4100047
Gb217/1	Gürgürbaba	217/1	350	571865	4098995
Gb225/7	Gürgürbaba	225/7	355	574819	4093598

K122/12	Karataş	122/12	173	579262	4078001
K146/2	Karataş	146/2	120	586190	4080582
K159/3	Karataş	159/3	192	580852	4083268
GA	Karataş	Güzelyat	-	573025	4078139
AKr	Aşağı Karataş	Köy	-	582407	4095822
Dz	Düzova	Köy	-	599476	4097398
Alc	Alaca	Köy	270	602505	4100033
Yut	Yüksektepe	Köy	200	600909	4088634
I-Dsi	Işıklar-DSİ	Köy	100	600901	4093681
Yet	Yeşiltepe	Köy	-	607414	4087777
Adr	Aşağı Doruklu	Köy	115	601633	4084852
Krtp	Karatepe	Köy	-	565511	4099296
Spt	Sepetli	Köy	230	555854	4094812

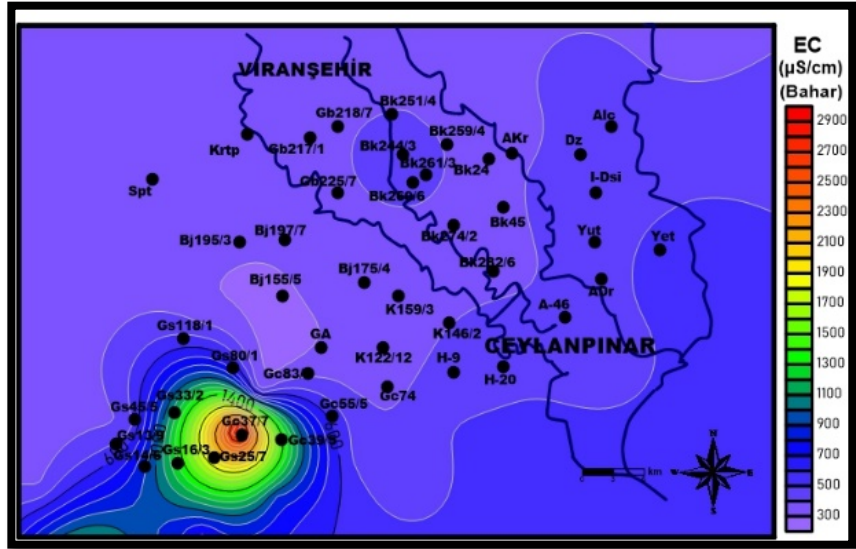
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında Ceylanpınar Ovası'nda gerçekleştirilen arazi çalışmasında TİGEM'e ait tüm işletmeler ve bazı köylerdeki kuyular olmak üzere toplamda 45 sondaj kuyusunda iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler Nisan 2012 – Ocak 2013 tarihleri arasında bahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri olarak 1 yıllık periyotta gerçekleştirilmiştir.

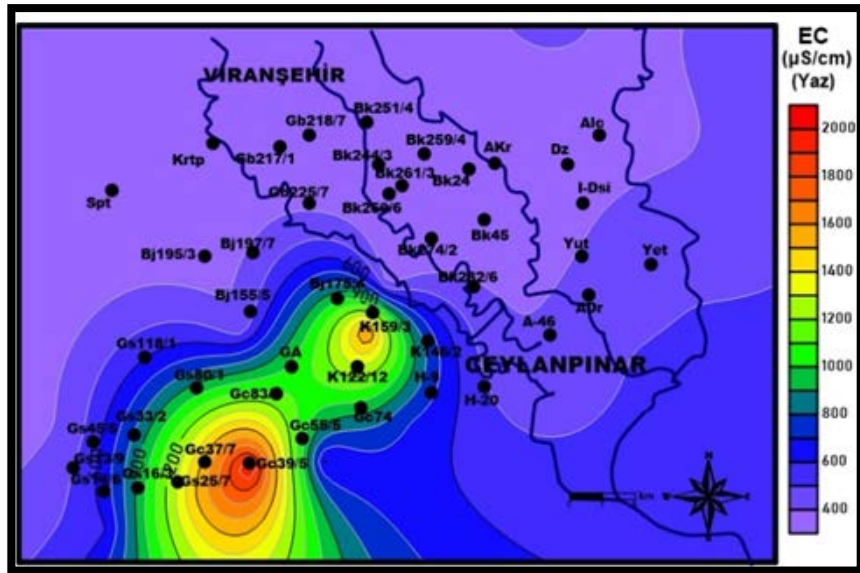
Elektriksel iletkenlik, suyun elektriği iletme yeteneği olarak bilinir. Suların elektriksel iletkenlikleri, sudaki iyon varlığına, toplam derişimlerine, sıcaklığa bağlı olarak değişen ve suların kullanılabilirlik (içme ve sulama amaçlı) sınıflamaları için önemli bir parametredir (Davraz ve Unver, 2014; Vincy ve ark., 2015). Sulama suyu ile toprağa iletilen tuzlar, bitki gelişmesi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türde etki yapar. Doğrudan etkide Cl, Na ve HCO₃ ve bor gibi bazı iyonların bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitki gelişimini azaltmak ya da durdurmak şeklinde ortaya çıkmaktadır (Çullu, 2011). Dolaylı etkide ise toprakta biriken tuzlar, toprak çözeltisinin osmotik basıncının artmasına neden olurlar. Bu ise bitki köklerinin su alımını zorlaştırarak fizyolojik kuraklık etkisine neden olur. Sulamada kullanılan suların içinde çözünmüş fazla miktarda iyonlar, bitkiler ve tarım toprağına fiziksel ve kimyasal yollarla etkiyerek, verimi düşürür. Bitkilerin sudaki tuzlara karşı dirençleri farklı olduğundan, sulama için kullanılan suların tuzluluk değerlerinin kesin üst sınırını vermek güçtür (Arslan ve ark., 2007).

Çalışma alanında örnekleme yapılan yeraltı suyunda en düşük EC değerleri Beyazkule İşletmesi'ne bağlı Gürgürbaba bölgesindeki yeni açılan kuyulardan Gb 218/7 nolu kuyuda 208 µS/cm ve yine Beyazkule işletme sahası içerisindeki BK24 nolu kuyuda 295 µS/cm olarak ölçülmüştür ki bu bölgedeki sondaj kuyuları TİGEM sahası içerisinde derinliği en fazla olan kuyulardır (Tablo 1). En yüksek EC değerleri ise özellikle bahar ve kış mevsiminde Gökçayır ve Gümüşsu İşletmesi'ne bağlı Tüem bölgesinde sulamaya ara verildiği dönemlerde Gc39/5 (kış-2670 µS/cm), Gc 37/7 (bahar-3000 µS/cm), Gs25/7 (kış-3870 µS/cm), Gs16/3 (bahar-1347 µS/cm) ve Gs14/6 (kış-2007 µS/cm) nolu örnekleme noktalarında tespit edilmiştir. Gümüşsu İşletme mühendisleri tarafından da özellikle bu bölgede ürün verimlerinin çok düşük olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla yüksek tuzlu sular, EC değerlerinin 1500-3000 µS/cm'nin üstünde olduğu durumlarda çok dikkatli ve kontrollü kullanılması gerekmektedir. Bu özelliğe sahip alanlarda, topraktaki tuzluluk sürekli izlenmelidir (Çullu, 2011). DSİ tarafından (1970) yapılan Ceylanpınar Ovası hidrojeolojik etüdü kapsamında ovadaki bazı kuyularda ölçülen EC değerleri özellikle Tüem bölgesinde 4300 µS/cm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca DSİ XV. Bölge Müdürlüğü Sondaj Şube Müdürlüğü'nün teknik elemanlarınca verilen bilgilere göre Ceylanpınar Ovası'nda, Suriye sınırından ovaya doğru gidildikçe yaklaşık 10 km'lik mesafe içerisinde açılan kuyularda EC değerlerinin 300-5000 µS/cm civarında değiştiği ifade edilmiştir. Yine bölgede eosen serisi içerisinde açılmış kuyularda EC değerlerinin 450-600 µS/cm civarlarında olduğu, miyosen serisinde ise EC değerlerinin 4500-6000 µS/cm civarında olduğu belirtilmiştir.

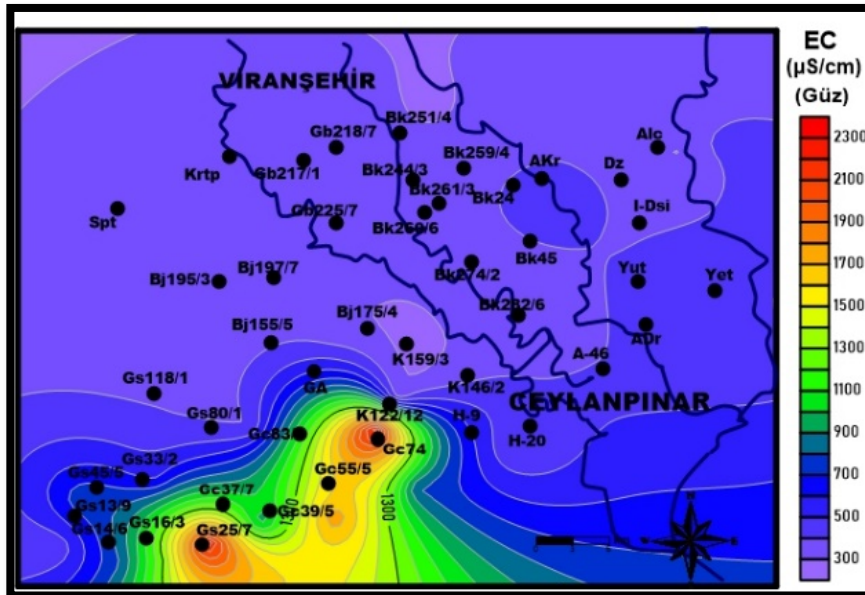
EC değerleri için mevsimsel olarak CBS'de oluşturulmuş alansal dağılım haritalarına (Şekil 2) bakıldığında, zaman Ceylanpınar Ovası'nın beslenme havzasında yani kuzey kısmında (Merkez, Beyazkule, Habur, Karataş ve Akrepli İşletme sınırlarındaki ve köylerdeki yeraltı suları) EC değerlerinin yaklaşık olarak 1000 µS/cm civarlarında seyrettiği yoruu yapılabilir. Şekil 2'de yer alan dağılım haritalarına bakıldığında yine havzanın boşalma yani güney batı kısmında (Suriye sınırı) ise özellikle Gümüşsu İşletmesi'ne bağlı Tüem bölgesi ve Gökçayır İşletmesi'nin olduğu kesimlerde EC çok yüksek değerlerde genellikle 1000 µS/cm'in üzerinde seyretmektedir. Bu anlamda EC değerinin yüksek seyretmesinin sebebi olarak özellikle yağışların olduğu bahar ve kış dönemlerinde yağışlarla birlikte toprakta bulunan minerallerin yıkanarak yeraltına inmesi ve kayaçtaki minerallerin çözünmesi ve miyosen tabakasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Çünkü Miyosen yaşlı formasyonu az miktarda su taşısa da kötü kalitededir. Miyosen'in kalınlığı güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru gidildikçe azalır (DSİ, 1970). Bununla birlikte yeraltı suyu sıcaklığının yüksek ve derinliğin az olduğu bölgelerde EC konsantrasyonunun yüksek olması ve diğer bölgelerde ise düşük olmasının beklendiği söylenebilir. Ayrıca yeraltının farklı derinliklerinde bulunan sular, buralardaki değişik bileşimli kayaçlarla da sürekli temas halindedir. Bu kayaçların suda eriyebilme derecelerine göre az ya da çok oranda erimiş maddenin de yeraltı sularına karışması kuvvetle muhtemeldir (Varol ve ark., 2008).



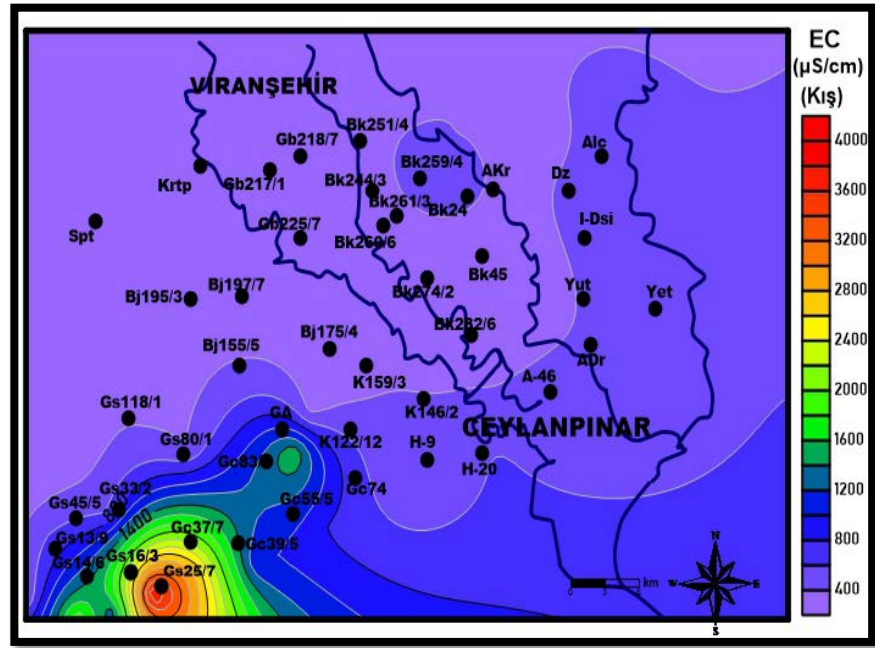
a)



b)



c)



d) Şekil 2. a) Bahar-2012, b) Yaz-2012, c) Güz-2012 ve d) Kış-2013 dönemlerine ait EC değerlerinin alansal dağılımları.

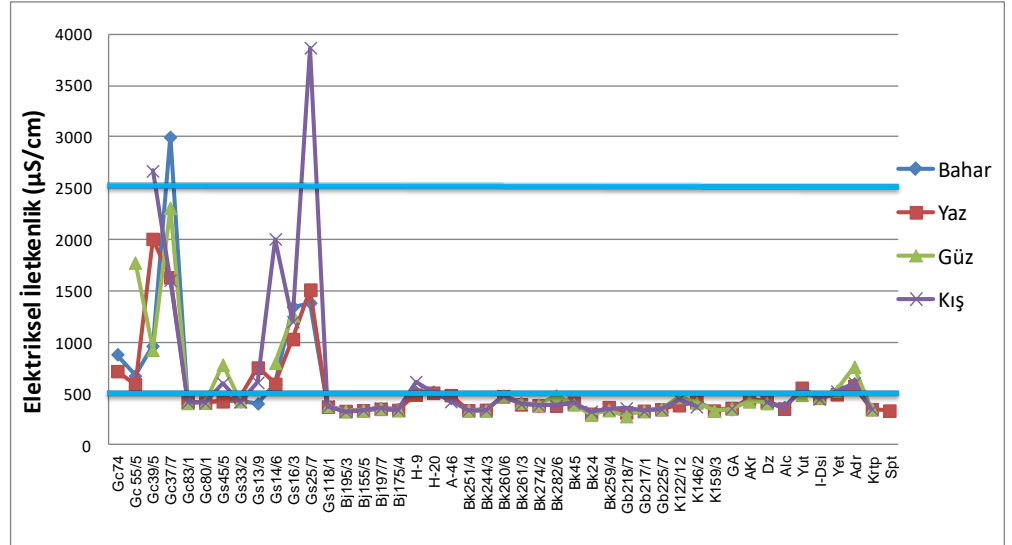
Ceylanpınar Ovası'nda yeraltı suyu EC değeri mevsimsel olarak mevzuat ve standartlarda geçen sınır değerlerle kıyaslanacak olursa bahar döneminde Gc37/7 nolu örnekleme noktasında 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kış döneminde Gs25/7 nolu örnekleme noktasında 3870 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile ulusal ve uluslararası standartlardaki en yüksek sınır değer olan 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sınırını aşmamaktadır. Buna karşın yaz döneminde Gc39/5 nolu örnekleme noktası 2007 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve güz döneminde Gc37/7 nolu örnekleme noktasında 2310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerleri sınır değerlerin altında kalmaktadır (Tablo 2). Buna göre genel olarak boşalma havzasında (özellikle ovanın güney batı kısmı) bulunan örnekleme noktaları Tablo 3'e göre C3 (tuzlu sular) ve C4 (çok tuzlu sular) olarak sınıflandırılabilirler. George (1983) ve US EPA, (2012)'nin sulama maksatlı kullanım açısından su kalitesi için yaptıkları önerilere göre ise EC değerinin 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ altında hiçbir tehlike olmadığı, 1500-3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ orta şiddette ve 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aşığındaki ise şiddetli sınıfa girdiği ve bunun bitki su durumunu etkilediği belirtilmektedir. Buna göre Ceylanpınar Ovası EC parametresi sulama suyu açısından genel olarak değerlendirildiğinde boşalma havzasının batı kesimi ve orta kesimleri "orta şiddette" olup çalışma alanının diğer bölgeleri sınıflandırmada "hiçbir tehlikenin olmadığı", mevsimlik değerlendirmeye göre ise Tüm ve Gökçayır bölgelerindeki birkaç kuyunun ise "şiddetli" sınıfına girdiği ifade edilebilir. Tüm örnekleme noktalarının yıl boyunca mevsimsel olarak EC değişimleri Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 2. EC'nin ulusal ve uluslararası standartlardaki sınır değerleri.

Ulusal ve Uluslararası Mevzuatlar	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Sağlık Bakanlığı (2005)	2500
TS266 (2005)	650
	2500
WHO (2011)	-
USEPA (2012)	3000

Tablo 3: Wilcox (1955)'e göre genel tuzluluk özellikleri.

Kategori	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Su Sınıfı	Kategori açıklaması
C1	<250	Az Tuzlu Sular	Her toprak tipinde, tüm bitkilerin sulanmasına uygundur.
C2	250-750	Orta Tuzlu Sular	Orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir.
C3	750-2250	Tuzlu Sular	Drenajı kötü olan arazilerde, sulamada kullanılamaz. Zemindeki tuz miktarının gözlenmesi gerekebilir. Bu özellikteki sular kullanılacaksa, tuza dayanıklı bitkiler seçilmelidir.
C4	>2250	Çok Tuzlu Sular	Geçirgenliği ve drenajı çok iyi topraklarda, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir ve tuza fazla dayanıklı bitki türleri seçilmelidir.



Şekil 3. EC değerinin YAS örnekleme noktalarına göre mevsimsel değişimi.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye'nin en geniş tarımsal ve hayvansal kullanım alanına sahip olan Ceylanpınar Ovası'nda yeraltı suyu tuzluluğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Nisan 2012–Ocak 2013 tarihleri arasında mevsimlik olarak 1 yıllık periyotta yürütülmüş 45 örnekleme noktasında iletkenlik ölçümü yapılmıştır. YAS örneklerinde ölçülen en düşük ve en yüksek iletkenlik değerleri 208-3870 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında tespit edilmiştir. EC değeri, bahar ve kış mevsiminde sulamanın azalmasından dolayı boşalma havzasında en yüksek değerlerde olup, bu değerler yaklaşık 1000-4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişmiştir. EC'nin boşalma havzasında Gümüşsu İşletmesi'ne ait Tüm bölgesi ve Gökçayır İşletmesi'nde standart ve mevzuatlarla belirlenmiş sınır değere (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) göre yüksek değerlerde olup bu değerleri aştığı, köyler ve Beyazkule İşletmesi'ne ait bölgelerde ise düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. CBS kullanılarak oluşturulan iletkenlik ölçüm sonucuna ait alansal dağılım haritalarında, Ceylanpınar Ovası YAS tuzluluğu açısından beslenme havzası (ovanın kuzey kesimi) ve boşalma havzası (güney batı kesimi) bazında ele alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre boşalma havzasında, standartlarla kıyaslanınca limit değerleri aşan yüksek iletkenlik değerleri ölçülmüştür. YAS özellikle Gümüşsu ve Gökçayır İşletme sınırında tuzluluk bakımından yeraltı suyu sınıfı sırasıyla C3 (tuzlu sular) ve C4 (çok tuzlu sular) olarak belirlenmiştir.

5. Teşekkür

Bu çalışma MMF2012D5 nolu proje ile Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmaya desteklerinden dolayı DSİ XV. Bölge Müdürlüğü, Tarım İşletmesi Genel Müdürlüğü (TİGEM) Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü ve Şanlıurfa Su ve Kanal İdaresi İçme Suyu Arıtma Tesisi'ne teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Apaydın, A. (2008), Çavuşköy Alüvyon Akiferinde (Sungurlu-Çorum) Yeraltısuunun Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliği, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 51, Sayı 3.
- Arslan, H., Güler M., Cemek, B., Demir, Y. (2007). Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): s 219-226.
- Çullu, M.A., (2011), Toprak Tuzlaşması, Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, GAP Eylem Planı.
- Davraz A, Unver O (2014) Groundwater Quality Assessment and Hydrogeology of Inegöl Basin (Bursa). Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science 18(2), 7-21.
- Demir, S. Kılıç, K. (2012), Erbaa Ovası Yeraltı Suyunun Tuzluluğunun Değerlendirilmesi, İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 2(4): 79-86, 201.
- Demir Yetis A (2013), Ceylanpınar Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi Adana pp 137.
- DSİ (2012), DSİ XV. Bölge Müdürlüğü Arşivi, Şanlıurfa
- DSİ, (1970), Ceylanpınar Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü Matbaası, 45s., Ankara.
- George, P.R., (1983), Agricultural Water Quality Criteria Irrigation Aspects Resource Management, Technical Report No.30. ISSN 0729-3135, October, 12p.
- Sağlık Bakanlığı (2005), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete.

- Salman SA, Elnazer AA (2015) Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural uses in SW Qena Governorate, Egypt. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 9(5): 16-26
- Sargın, A. H. (2010), Yeraltı Suları. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı. 200s. Ankara.
- Singh SP, Tripathi SK, Kumar V, Kumar A, Raha P (2015) Hydrochemical Investigatin and Groundwater Quality Evolution for Irrigation Purpose in Some Blocks of Varanasi District, Uttar Pradesh, India. *International Journal of Tropical Agriculture* 33(2): 1653-1660.
- Tokatlı, C., Köse, E., Uğurluoğlu A., Çiçek A., Emiroğlu Ö. (2014), Use of Geographic Information System (Gis) to Evaluate the Water Quality of Gala Lake (EDİRNE) *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 32, 490-501.
- TS 266 (TSE)(2005) Water intended for human consumption. Ankara, pp 10.
- US EPA (2012) 2012 Edition of the drinking water standards and health advisories, EPA 822-S-12-001. Office of Water US Environmental Protection Agency, Washington DC
- Varol, S., Davraz, A., Varol, E., (2008), Yeraltı suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi *TAF Preventive Medicine Bulletin*,: 7(4): 351-356.
- Vincy MV, Brilliant R, Pradeepkumar AP (2015), Hydrochemical characterization and quality assessment of groundwater for drinking and irrigation purposes: a case study of Meenachil River Basin, Western Ghats, Kerala, India. *Environ Monit Assess* 187:4217.
- WHO, 2011. The Guidelines for Drinking-Water Quality, fourth edition, WHO, India.
- Wilcox LV (1955) "Classification and use of irrigation waters". U.S. Dept. of Agric. 969, Washington DC, pp 19.