

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ÜRETİLEN TEMATİK HARİTALAR YARDIMIYLA EDİRNE KENT MERKEZİ VE ÇEVRESİ YERALTI SULARININ SULAMA VE KULLANMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Orhan Arkoç¹

¹Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 39100 Kırklareli, Türkiye

Makale Bilgileri	Öz
Makale Tarihiçesi: (Gün/Ay/Yıl) Geliş: 11/03/2017 Kabul: 26/04/2018	Yeraltısuları sonsuz bir kaynak değildir ve sürdürülebilir kullanımı için planlama gerekmektedir. Edirne kent merkezinin bir kısmı, çevre ilçelerin tümü içme ve sulama amaçlı olarak yeraltısuyu kullanmaktadır. Bu çalışmada Miyosen yaşlı serbest akifer ve kuzey kesimlerde yer alan granitik gnaylarda açılmış olan kuyuların logları derlenmiş olup bu loglardan elde edilen bilgiler yardımı ile çalışma alanının statik su seviyesi, dinamik su seviyesi, özgül verim, elektriksel iletkenlik (EC) ve pH bilgileri veri tabanına yerleştirilmiştir. Bu veri tabanı coğrafi bilgi sistemleri yazılımı (ArcMap) ile ilişkilendirildikten sonra bölgenin tematik yeraltısuyu seviye, özgül verim, EC ve pH haritaları hazırlanmıştır. Bu haritalar yardımı ile çalışma alanındaki yeraltısularının mevcut durumu, sulama ve tüketim amaçlı kullanımı açısından uygunluğu bölgenin jeolojisi göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri Edirne Yeraltı suyu Tematik harita	

ASSESSMENT OF GROUNDWATER OF EDİRNE CITY AND ITS VICINITY FOR IRRIGATION AND USAGE WITH THE AID OF THEMATIC MAPS PRODUCED BY GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Article Info	Abstract
Article History: (DD/MM/YYYY) Received: 11/03/2017 Accepted: 26/04/2018	Groundwater is not an infinite source and needs planning for sustainable usage. Part of the central province of Edirne, the surrounding districts all use groundwater for drinking and irrigation purposes. In this study, logs of wells drilled in Miocene aged unconfined aquifer and granites at the north, are compiled. According to data obtained from these logs, database of the study area for static water level, dynamic water level, specific groundwater yield, electrical conductivity and pH is constructed. Later, this database and geographical information systems (GIS) software is connected in GIS environment and thematic maps of the study area for static water level, dynamic water level, specific groundwater yield, electrical conductivity and pH is drawn. Current status of groundwater usage for irrigation and human consumption is assessed through these maps in terms of geology of the study area.
Keywords: Geographical information systems Edirne Ground water Thematic maps	

1. Giriş

Su, sanayi, tarım ve insani tüketim için vazgeçilmez ve hayati bir kaynaktır (Selvam ve Ark.,2013). Özellikle çağdaş toplumların ekonomik gelişimi üzerinde kritik öneme sahiptir (Tiwari ve Singh, 2014). Son yüzyıl içinde dünya nüfusu üç kat artarken su kaynaklarına ihtiyaç yedi kat artmıştır (DSİ, 2017). Yüzeysel suların yeterli olmadığı durumlarda, temiz ve sürekli kullanılabilir olması nedeniyle ilk akla gelen alternatif, yeraltısularıdır. Yeraltısuları yağışın yeraltına süzülüp jeolojik ortamın boşluklarında birikmesi ile oluşmakta ve yeraltısularını taşıyan jeolojik ortamlar akifer olarak adlandırılmaktadır. Yeraltısularına olan ihtiyacın artması, akiferlerin aşırı işletilmesine neden olmaktadır (Han, 2003; Huang ve Ark. 2014; Azizi ve Ark., 2017) ve bu durum akiferlerin tek beslenme kaynağı olan yağışın yetersiz olması durumunda yeraltı su seviyesinin düşmesine ve su kıtlığına neden olmaktadır (Bremere ve Ark., 2001; Sharma ve Ark., 2015). Buna bağlı olarak yeraltısularını çıkarma ve işletme maliyetleri artmaktadır (Bouwer, 2000, Robinson, 2002). Diğer taraftan kirleticilerin serbest akifer yüzeyinde süzülerek yeraltısularına karışması suların kirlenmesine neden olmaktadır (Freeze ve Cherry, 1979). Kirlenmiş suların sulama ve insan sağlığı için tehlikeli olmakta ve (Neshat ve Ark., 2014) bu durumun engellenmesi için yeraltısularının izlenmesi gerekmektedir (Schmoll, 2006).

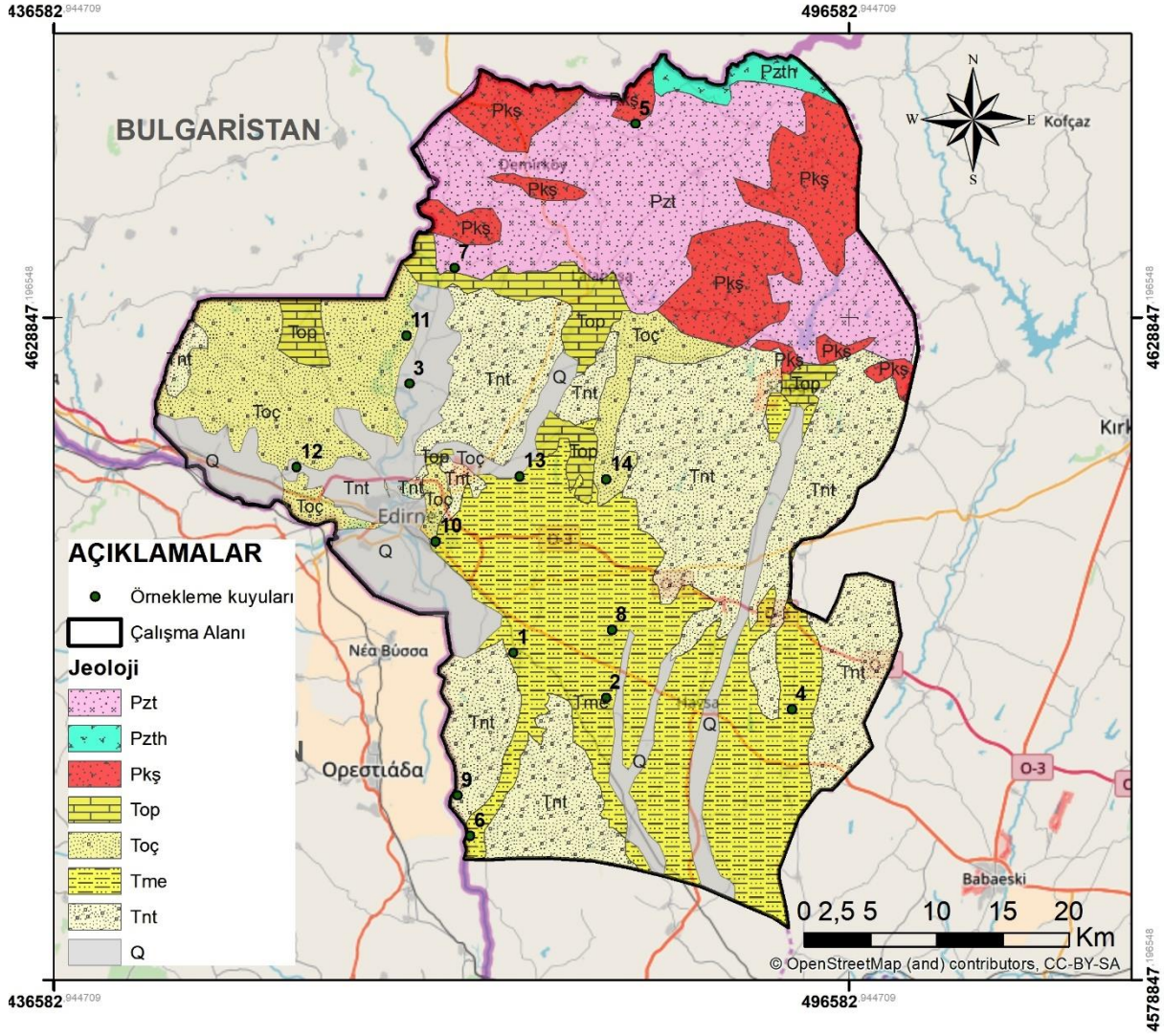
Elektriksel iletkenlik (EC) yeraltısularının elektrik akımının iletilebilme potansiyelini tanımlamaktadır. Özellikle gübreleme ile toprağa serilen bitki besin maddelerinin içerdiği tuz bileşikleri geçirimli akiferlerde süzülerek yeraltısuyunun EC değerini artırmaktadır. EC değeri yüksek olan suların sulama suyu olarak kullanımı bitkilerin verimini azaltmaktadır. Bununla beraber bitkilerin bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca zararlı olmakta ve bitkiler üzerinde beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yapmaktadır (Ghollarata ve Raiesi,

2007). Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artması, bitkilerin topraktan su alımını güçleştirmekte, toprağın yapısını bozarak bitkilerin gelişimi yavaşlamakta, hatta durdurmaktadır (Ekmekçi ve Ark., 2005). Sulama sularının asitliği ya da bazikliği pH ile açıklanmakta ve pH, 0 - 14 arasında değişen bir değer almaktadır. Bu değer 7'den yüksek ise alkali, düşük ise asidiktir. Suyun pH değeri, besin maddeleri (fosfor, azot ve karbon) ve ağır metaller (kurşun, bakır, kadmiyum, vb.) gibi kimyasal bileşenlerin suda çözünürlüğünü belirlemede olup önemlidir (Rabe ve White, 1994).

Bir bölgedeki yağış miktarı o bölgenin yüzey ve yeraltısuyu potansiyeli hakkında bilgi verir. Aynı zamanda yeraltısuyuna süzülen yağış yeraltısuyunun EC değerini azaltıcı rol oynar. Çalışma alanındaki ortalama yıllık yağış miktarı 509 mm dir. Türkiye yıllık yağış ortalaması olan 612 mm'ye yakın olan bu değer çalışma alanındaki akiferin beslenme için yeterli yağış aldığı bir göstergesidir (Arkoc, 2011).

Yeraltısularının verimliliği ve işletmesi ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bashir ve diğerleri (2014) Nijerya'da Bida havzasında akifer bileşimi ve verimi hakkında, Hamidu ve diğerleri (2014) de Nijerya'da metamorfik kayalardaki düşük yeraltısuyu verimini incelemişlerdir. McLaughlin ve Cohen(2014) ise ABD'de yeraltısuyu verimini; Zipper ve diğerleri (2015), ABD'de ürün verimi ve yeraltısuyu verimi ile ilişkiyi; Aksever ve diğerleri (2016), Sandıklı (Afyon) havzasında yeraltısuyu seviye değişimini incelemişlerdir. Uysal (2015), Eskişehir Alpu Ovası su sondaj verilerini Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak, Çelik (2015) ise Diyarbakır Bazalt akiferini CBS yardımı ile inceleyip yorumlamıştır.

CBS çevre ile ilgili problemlerin ortaya konması ve çözümünde çok güçlü bir araçtır. Bu sorunların birçoğu belirgin bir mekânsal boyuta sahiptir ve CBS ile etkileşim içinde incelenebilir.



Şekil 2. Çalışma alanı jeoloji haritası (MTA 1998 den değiştirilerek)

bir yayılım gösteren kiltası ve çakiltası mercekli, çapraz katmanlı ve gevşek kumlardan oluşan Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu (Tme) gelir. Kiltasından oluşan Trakya Formasyonu (Tnt) ise tüm bu birimlerin üzerine uyumlu olarak gelir. Formasyon Ergene Formasyonu üzerinde gelişen alüvyon yelpazesi görünümündedir. Çalışma alanındaki Kuvaterner yaşlı birimler (Q) isimlendirilmemiştir (Şekil 2). Özellikle Edirne merkez ilçe ve Bosnaköy civarı ile Kuzey kesimlerde Tunca Nehri kenarında bu birimler geniş yayılım gösterirler (MTA, 1998).

Çalışma alanındaki Permiyen yaşlı metamorfikler ve granitlerin akifer özellikleri kısıtlıdır. Bununla beraber

çalışma alanının orta ve güney kesiminde yer alan Ergene Formasyonu ve Trakya Formasyonu literatürdeki önceki çalışmalarda geçirimli ortam olarak tanımlanmıştır (Arkoc, 2011).

2.2. Yöntem

Bu araştırmada, çalışma sahasında Devlet Su İşleri ve özel şirketler tarafından açılan sulama ve içme suyu kullanımı amaçlı kuyuların loglarından elde edilen bilgiler derlenip kullanılmıştır (Çizelge 1).

Bu bilgiler öncelikli olarak Microsoft Excel yazılımında kuyu koordinatları, statik su seviyesi, dinamik su seviyesi, özgül verim verileri

Çizelge 1. Çalışma alanındaki kuyulara ait veriler

Kuyu no	Yer	SSS(m)	DSS(m)	Özgül verim (l/s)	pH	EC (mS/cm)
1	Tayakadın	34	72	10	6,5	560,0
2	Abalar	37	78	6	6,5	921,0
3	Değirmenyeni	7	26	4	6,5	1196,0
4	Taptık	18	44	6	6,8	909,0
5	K.Öğünlü	2	81	1	6,5	267,0
6	Elçili	89	121	6	7,3	439,0
7	Çömlekköy	27	57	12	6,9	652,0
8	Oğulpaşa	71	94	8	6,7	706,0
9	Doyran	11	44	7	6,9	407,0
10	Edirne	9	27	6	7,0	881,0
11	Yolüstü	11	28	7	7,0	815,0
12	Eskikadın	4	40	10	6,9	3220,0
13	Musabeyli	25	58	4	7,3	1001,0
14	Demirhanlı	40	73	4	7,1	862,0

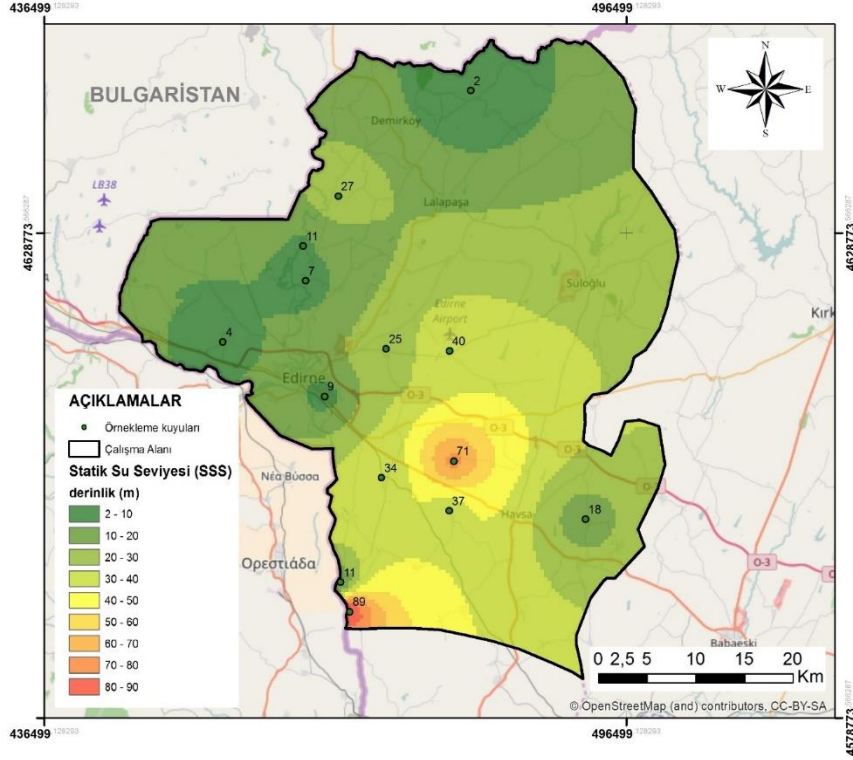
düzenlenmiştir. Bu veriler ArcMap yazılımında aktarılmış ve yazılım tarafından kullanılabilir formata dönüştürülmüştür. Çalışma alanının haritalanmasında ArcMap yazılımı içinde bulunan “Open Street Map” açık kaynak kodlu harita kullanılmıştır. Harita koordinat sistemi ve referans yüzeyi (datum) olarak UTM bölge 35N ve WGS84 seçilmiştir. Tematik haritaların hazırlanmasında ise ArcMap mekansal analiz istemcisi ile ters uzaklık yöntemi (IDW) kullanılmıştır. Shephards yöntemi olarak da bilinen bu yöntemde fonksiyon, bilinmeyen noktaların değerini, bilinen noktaların yakın olanlarına daha çok ağırlık verirken, uzak olanlarına daha az ağırlık vererek bulur (Doğan ve Ark., 2013). Bu yöntemle çalışma sahasına ait statik su seviyesi (SSS), dinamik su seviyesi (DSS) özgül verim, elektriksel iletkenlik (EC) ve pH haritaları elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışmalar

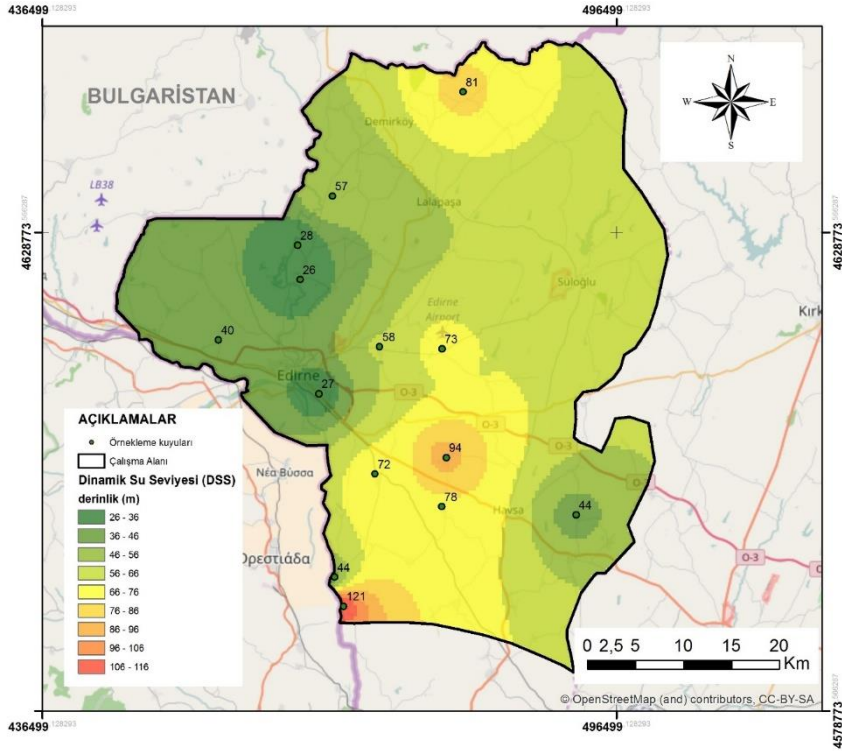
SSS haritasından görüldüğü gibi çalışma alanındaki yeraltısuyu akış yönü çalışma alanının ortasına ve güneyine doğrudur (Şekil 3). Kuzey kesimde yer alan

granitler içinde (Pzth) SSS yüksektir (2 - 10m). Yine benzer şekilde çalışma alanının doğusunda Çakıl Formasyonu içinde açılan kuyularda da SSS 2 m ile 10 m arasında gözlenmektedir. Dinamik su seviyesi haritası incelendiğinde (Şekil 4) SSS ve DSS haritalarının çalışma alanının büyük bölümünde uyum içinde olduğu gözlenmektedir. Ancak çalışma alanının orta kesimlerinde Edirne-Havsa arasındaki bölgede Ergene Formasyonu SSS si 50 m ile 70 m ye kadar inmektedir. Benzer şekilde güney de Elçili Köyü civarında 89 m dir (6 No.lu kuyu).

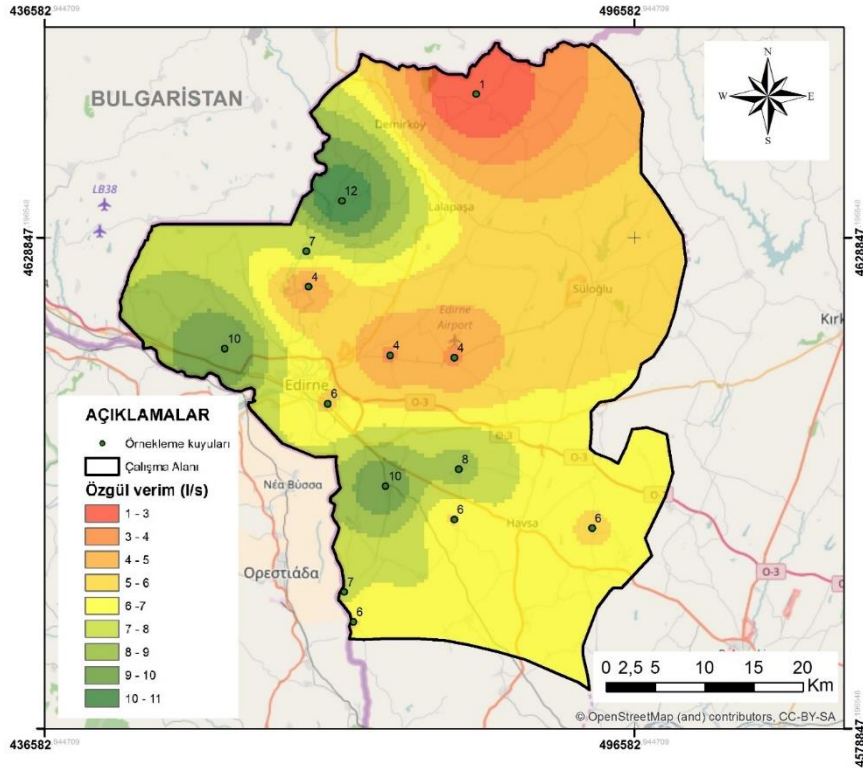
Dinamik su seviyesi haritası incelendiğinde (Şekil 4) SSS ve DSS haritalarının çalışma alanının büyük bölümünde uyum içinde olduğu gözlenmektedir. Ancak çalışma alanının kuzeyinde bu uyum kaybolmaktadır. Kuzeyde yer alan metamorfik kayaların içerisindeki yeraltısuyu bu kayaların çatlaklarında yer almaktadır ve çalışma alanındaki sedimenter kayalara göre metamorfik kayaların su tutma kapasiteleri daha azdır. Bu nedenle pompalama sırasında verim düşmekte, çatlaklar arasındaki bağlantı azaldıkça su seviyesindeki düşüm de fazlalaşmaktadır.



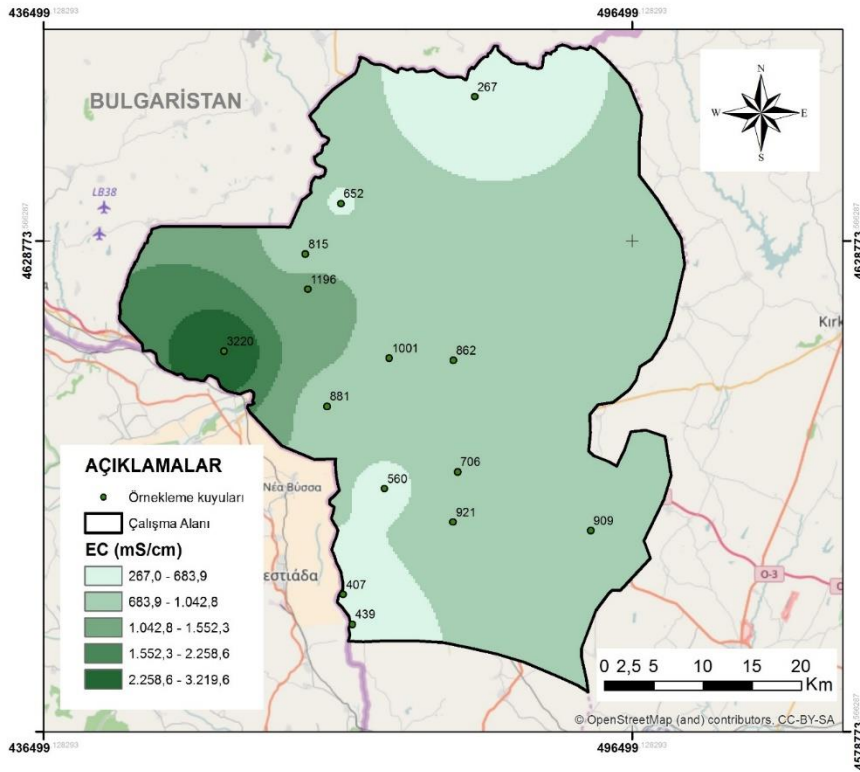
Şekil 3. Çalışma alanı statik su seviyesi haritası



Şekil 4. Çalışma alanı dinamik su seviyesi haritası



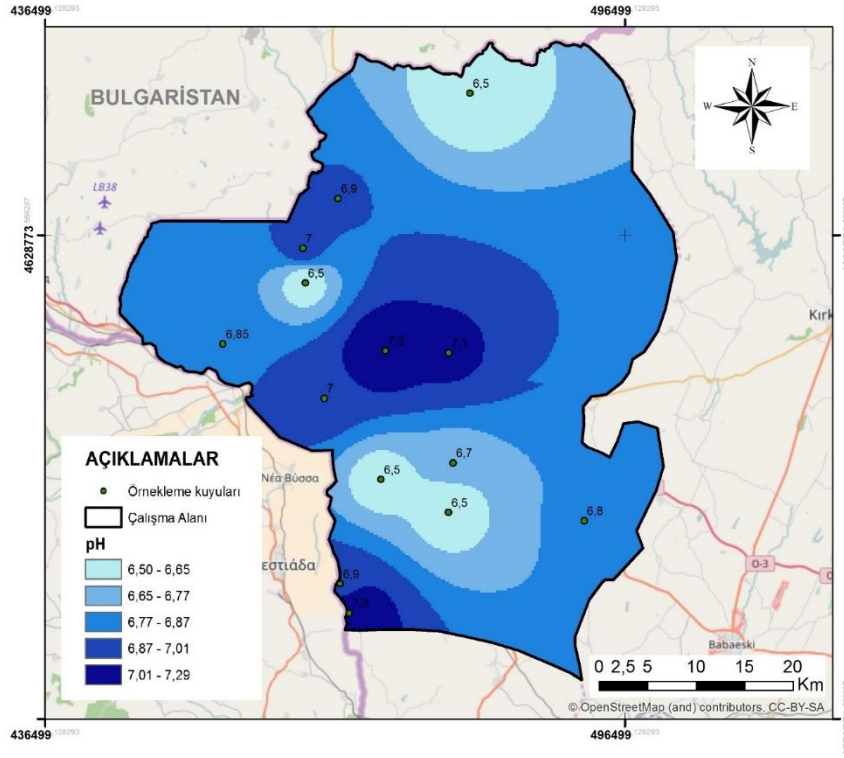
Şekil 5. Çalışma alanı özgül verim haritası



Şekil 6. Çalışma alanı EC haritası

Çizelge 2. EC değerleriyle ilişkili su sınıfları (Ayers ve Wescot, 1989)

EC Değeri	Sınıfı
100-250 mS cm-1	C1 (Az Tuzlu Sular)
250-750 mS cm-1	C2 (Tuzlu Sular)
750-2250 mS cm-1	C3 (Çok Tuzlu Sular)
2250-5000 mS cm-1	C4 (Çok Fazla Tuzlu Sular)

**Şekil 7.** Çalışma alanı pH haritası.

Bu nedenle çalışma alanının Kuzeyinde 2 m-10 m arasında olan SSS pompalama sonrası 60 m - 80 m seviyelerine düşmüştür.

Yeraltısuyu özgül verimin haritalandığı Şekil 5 incelendiğinde kuzeyde yer alan metamorfik kayalarda verimin düşük olduğu gözlenmektedir (1 - 3 l/s). Çalışma alanının orta kesimlerinde verim 4 – 5 l/s ye çıkmaktadır. Bununla beraber alüvyon dolgunun yaygın olarak gözlendiği Tayakadın, Oğulpaşa, Eskikadın, Çömlekköy (1, 8, 10 ve 12 No.lu kuyular) civarında özgül verim artarak 10 - 12 l/s ye

çıkılmaktadır. Çalışma alanının güneyinde ise özgül verim değerleri 6 – 7 l/s arasında değişmektedir.

Çalışma alanına ait EC değerlerine ait dağılım haritası Şekil 6'da verilmiştir. Bu değerler 267 mS/cm ile 3220 mS/cm arasında değişmektedir. Çizelge 2'de verilen sulama suları için tuzluluk kriterlerine göre yeraltısuları C2 tuzlu ve C3 çok tuzlu sular sınıfına girmektedir. TS266 (2005), insanî tüketim amaçlı suların tarifi ve sınıflandırmasına göre EC değerleri açısından 1, 5, 6 ve değeri çok yüksek olmakla beraber bu tip yüksek değerler başka araştırmacılar tarafından da

yeraltısularında gözlenmiştir (Li ve Ark., 2016; Varol ve Davraz, 2015).

1, 5, 6, 7, 8, 9 No'lu kuyular C2, az tuzlu sular sınıfında yer aldığı görülmektedir. Bu sular ile tuza karşı dayanıklılığı orta derecede olan bitkiler çoğunlukla tuzluluk kontrolü için özel tedbirler alınmasına gerek göstermeden yetiştirilebilir (Ayyıldız, 1990). Çalışma alanındaki 2, 3, 4, 11, 13, 14 No'lu kuyuların sularının ise C3 sınıfına girdiği ve drenajı kısıtlı sahalarda kullanılmaması gereken, drenajın iyi olması durumunda dahi tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şart olan, tuzluluk kontrolü için özel tedbirlerin alınmasına gerekli sular sınıfına girdiği görülmüştür. 12 No'lu kuyunun suyu ise C3 sınıfında olup, normal şartlar altında sulama suyu olarak kullanılmaya uygun değildir. Özellikle SSS' nin düşük olduğu kesimlerde EC değerleri oldukça yüksektir. Bu durum yüzeyden mekânsal analiz için üstün özellikleri bu tip araştırmalarda büyük kolaylık sağlamaktadır.

Bu çalışmada Edirne İli kent merkezi ve komşu ilçelerdeki su kuyularına ait loglar incelenmiş, bu loglardaki veriler yardımı ile çalışma alanına ait SSS, DSS özgül verim, EC ve pH tematik haritaları CBS (ArcMap) yardımı ile hazırlanmıştır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda yeterli veri olmaması nedeniyle bu alanlarla ilgili yorum CBS enterpolasyonu ile yapılmıştır. Elde edilen haritalar yardımı ile çalışma alanında mevcut su seviyesi haritalanmıştır. Bu haritalar yardımı ile yeni kuyu açılması planlandığında muhtemel SSS, DSS, özgül verim değerlerinin tahmin edilmesi kolaylaşacaktır. Bununla beraber kullanılması planlanan pompanın maliyeti ve kuyu için gereken derinlik yaklaşık olarak hesaplanabilecektir. Kuyulardan alınan su örneklerinin EC ve pH değerleri de haritalanmış, sulama ve insani tüketim amaçlı TS266 ve Dünya Tarım Örgütü (DTÖ) (Ayers ve Wescot, 1989) tuzluluk sınıflamasına göre değerlendirilmiştir. pH değerleri çalışma alanında genellikle bazik – nötr karakterdedir ve bu durum sorun

süzülen kirleticilerin varlığını işaret etmektedir. Çalışma alanındaki kuyularından elde edilen suların pH değerleri 6,5 ile 7,3 arasında değişmekte olup, hem içme hem de kullanma suyu açısından uygun aralıktadır (Şekil 7).

4. Sonuçlar

Yeraltısularının verimli ve sürdürülebilir olarak kullanılabilmesi önemlidir. Sulama ve insani tüketim amaçlı kullanım açısından yeraltısularının EC ve pH değerleri önemli kriterlerdir. Yeraltı su seviye, özgül verim, EC ve pH haritaları yeraltısularının verimli ve sürdürülebilir olarak kullanılmasını sağlamak amacıyla paydaşlara önemli katkı sağlarlar. Özellikle büyük havzalarda su seviye, EC ve pH ölçümlerinin sürekli yapılması yüksek maliyet ve uzun zaman gerektirmektedir. CBS' nin bu çalışmada olduğu gibi

oluşturmamaktadır. Çalışma alanının tümünde yeraltısularının EC değerleri yüksektir. DTÖ sınıflamasına göre C2 (tuzlu sular) ve C4 (çok tuzlu sular) olarak değişmektedir. Bu durum tarımsal sulama açısından sorun oluşturmakta ve sulama sırasında drenajın iyi yapılmasını gerektirmektedir.

Yeraltısularındaki EC, pH değişimi çok kısa mesafelerde kirletici tipine göre, beslenme şartlarında akiferin geçirimsizliğinin bir fonksiyonu olarak değişim gösterebilmektedir. Bununla beraber SSS, DSS benzer şekilde akiferin beslenimi ve geçirimsizliğinin bir fonksiyonudur. Çalışma alanında yeraltısularında gözlenen yüksek EC değerleri mevcut serbest akiferin geçirimsizliğinin yüksek olması ve alandaki tarımsal faaliyetler nedeni ile yapılan gübreleme ile gübre bünyesindeki tuz bileşiklerinin yağış ile yeraltısularına karışması ve yine akarsulardaki kirleticilerin süzülme ile yeraltısularına karışması ile açıklanabilir. 12 No'lu kuyuda gözlenen 3220 mS/cm olan çok yüksek EC değeri bu suların dışarıdan kirletildiğini (gübre kullanımı, pestisit kullanımı, çeşitli evsel ve hayvansal atıklar vb.) göstermektedir. Bu kirliliğin nedenleri ayrı

bir çalışma ile detaylı olarak incelenmelidir. Çalışma alanındaki metamorfik kayalarda açılan kuyuların özgül verim değerleri düşük olup (1 - 2 l/s) bu kayalar litolojik özellikleri nedeniyle düşük depolama, iletim ve drenaj özelliklerine sahiptir.

Bu tip çalışmalar daha fazla veri ve yağışlı - kurak dönemlerde ayrı ayrı örnekleme yapılması şeklinde gerçekleştirildiğinde daha hassas sonuçlar elde edilecektir. Bu şekilde, bu verileri kullanan paydaşlar daha doğru ve gerçekçi bir planlama yapıp, gelecek ile ilgili öngörülebilir bulunabileceklerdir.

Öne Çıkanlar

- Çalışma alanının tümünde yeraltı sularının EC değerleri yüksektir,
- Mevcut serbest akiferin geçirimsizliği yüksektir,
- Metamorfik kayalar düşük özgül verime sahiptir,
- SSS değişken olup güney kesimlerde (71m, 89m) yüksek değerlere çıkmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Doç. Dr. Orhan ARKOÇ, Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisinin 2018 yılı Danışma Kurulunda yer almaktadır. Ancak makalenin değerlendirme ve karar verme sürecinin hiçbir aşamasına dâhil olmamıştır.

ORCID

Orhan Arkoç, ID: 0000-0002-5610-8251

Kaynaklar

AKSEVER, F., DAVRAZ, A., KARAGÜZEL, R. Affecting factors the groundwater level changes in the Sandikli (Afyonkarahisar) basin. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 22(3), 226-232, 2016.

ARKOÇ, O. Assessment of water quality of east part of the Ergene basin, Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(4), 1644-1655, 2011.

AYERS, R.S., WESCOT, D.W. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage, 29 Rev. 1, Roma, 123-124, 1989.

AYYILDIZ, M. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1996.

AZİZİ, A., GHORBANİ, A., MALEKMOHAMMADİ, B., JAFARİ, H. R. Government management and overexploitation of groundwater resources: absence of local community initiatives in Ardabil plain-Iran. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(10),1785-1808, 2017.

BASHİR, I. Y., IZHAM, M. Y., MAİN, R. Vertical Electrical Sounding Investigation of Aquifer Composition and Its Potential to Yield Groundwater in Some Selected Towns in Bida Basin of North Central Nigeria. *Journal of Geography and Geology*, 6(1), 2014, doi:10.59/jgg.v6n1p60.

BOUWER, H. Integrated water management: emerging issues and challenges. *Agricultural Water Management*, 45(3), 217-228, 2000.

BREMERE, I., KENNEDY, M., STİKKER, A., SCHİPPERS, J. How water scarcity will effect the growth in the desalination market in the coming 25 years. *Desalination*, 138(1-3), 7-15, 2001.

ÇELİK, R. Mapping of groundwater potential zones in the Diyarbakır city center using GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(6), 4279-4286, 2014.

FREEZE, R. A., CHERRY, J. A. *Groundwater*. New Jersey: Prentice-Hall, 1979.

GHOLLARATA, M., RAİESİ, F. The adverse effects of soil salinization on the growth of *Trifolium alexandrinum* L. and associated microbial and biochemical properties in a soil from Iran. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(7), 1699-1702, 2007.

- DOĞAN, H., YILMAZ, D., KILIÇ, O. Orta Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) ile Haritalanması ve Yorumlanması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (6), 46-54, 2013.
- EKMEKÇİ, E., APAN, M., KARA, T. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (3), 118-125, 2012.
- HAMİDU, H., GARBA, M.L., KANA, M.A., YELVA, N.A. Causes of Low Groundwater Yield of Boreholes in Crystalline Basement Complex: a Case Study of Gwantu Town and Environs Southern Part of Kaduna State Nigeria. *Water Resources Journal of the Nigerian Association of Hydrogeologists*, (24), 20-33, 2014.
- HAN, Z. Groundwater resources protection and aquifer recovery in China. *Environmental Geology*, 44(1), 106-111, 2013.
- HUANG, F., WANG, G. H., YANG, Y. Y., WANG, C. B. Overexploitation status of groundwater and induced geological hazards in China. *Natural Hazards*, 73(2), 727-741, 2014.
- DSİ Türkiye Yeraltı suyu Potansiyeli raporu Erişim: <http://www.dsi.gov.tr/docs/tuhk/turkiye'de-yeraltisuyu-potansiyeli-ve-kullanimi.pdf?sfvrsn=2> (Erişim tarihi:01.03.2017)
- Lİ, P., Lİ, X., MENG, X., Lİ, M., ZHANG, Y. Appraising Groundwater Quality and Health Risks from Contamination in a Semiarid Region of Northwest China. *Exposure and Health*, 8(3), 361-379, 2016.
- MCLAUGHLIN, D. L., COHEN, M. J. Ecosystem specific yield for estimating evapotranspiration and groundwater exchange from diel surface water variation. *Hydrological Processes*, 28(3), 1495-1506, 2013.
- MTA (1998) 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Burgaz- A3ve A4, Edirne-B2ve B3, Kırklareli-B4, B5, B6 ve C6 paftaları, Ankara, 99s.
- NESHAT, A., PRADHAN, B., PIRASTEH, S., SHAFRİ, H. Z. Estimating groundwater vulnerability to pollution using a modified DRASTIC model in the Kerman agricultural area, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 71(7), 3119-3131, 2013.
- RABE, F. W., WHITE, J. Idaho streamwalk III. *Learning how to monitor our streams, Idaho*. 113-112 Water Resources Research Institute, 1994.
- ROBINSON, D. W., CSIRO LAND AND WATER. *Construction and operating costs of groundwater pumps for irrigation in the Riverine Plain*. Griffith, N.S.W: CSIRO Land and Water, 2001.
- SELVAM, S., MANIMARAN, G., SIVASUBRAMANIAN, P., BALASUBRAMANIAN, N., SESHUNARAYANA, T. GIS-based Evaluation of Water Quality Index of groundwater resources around Tuticorin coastal city, south India. *Environmental Earth Sciences*, 71(6), 2847-2867, 2013.
- SCHMOLL, O., WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Protecting groundwater for health: Managing the quality of drinking-water sources*. London: IWA Pub, 2006.
- SHARMA, B., JANGLE, N., BHATT, N., DROR, D. M. Can climate change cause groundwater scarcity? An estimate for Bihar. *International Journal of Climatology*, 35(14), 4066-4078, 2015.
- TİWARİ, A. K., SİNGH, A. K. Hydrogeochemical investigation and groundwater quality assessment of Pratapgarh district, Uttar Pradesh. *Journal of the Geological Society of India*, 83(3), 329-343.
- TS266 (2005) Sular- İnsani tüketim amaçlı sular, Türk standardı, Ankara, 20 sf.

UYSAL H. H. (2015). Eskişehir Alpu Ovası su sondaj verilerinin CBS kullanılarak yorumlanması, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, 57s.

VAROL, S., DAVRAZ, A. Evaluation of the groundwater quality with WQI (Water Quality Index) and multivariate analysis: a case study of the Tefenni

plain (Burdur/Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 73(4), 1725-1744, 2014.

ZİPPER, S. C., SOYLU, M. E., BOOTH, E., STEVEN, L. I. Impacts of Shallow Groundwater and Soil Texture on Agricultural Drought Resistance. In *AGU Fall Meeting Abstracts*, 2015.