

## NİĞDE KENT MERKEZİ ALÜVYON AKİFERİNİN YERALTISUYU KALİTESİNİ ETKİLEYEN DOĞAL VE ANTROPOJENİK FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Uğur Erdem DOKUZ (ORCID: 0000-0001-7653-5990)<sup>1\*</sup>  
Selma YAŞAR KORKANÇ (ORCID: 0000-0002-4805-9218)<sup>2</sup>  
Mustafa KORKANÇ (ORCID: 0000-0001-7382-8077)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

<sup>2</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

**Geliş / Received:** 14.11.2018  
**Kabul / Accepted:** 19.12.2018

### ÖZ

Sürdürülebilir bölgesel kalkınmanın başlıca koşulu doğal kaynak potansiyelinin sağlıklı şekilde saptanarak, sürdürülebilir kullanımının sağlanmasıdır. Niğde ilinin üzerine kurulmuş olduğu alüvyon örtü, kendisini oluşturan bölgesel jeolojik faktör sebebiyle heterojen bir yapıya sahiptir. Alüvyon örtü doğu ve güneydoğusunda yayılım gösteren Aşıgdediği Metamorfikleri (gnays, kuvarsit, mermer) ve batı, kuzeybatısında yayılım gösteren Melendiz Volkanitleri (andezit, piroklasitik) arasında sınır oluşturmaktadır. Bölge tektonik olarak da Niğde ve Tuz Gölü fay zonlarının etkisindedir. Söz konusu jeolojik yapı, alüvyon örtünün son derece heterojen şekilde gelişmesine sebep olmuştur. Bu durum bölgenin hidrojeolojik karakterini de doğrudan etkilemektedir. Söz konusu jeolojik ve hidrojeolojik koşulların kontrolünde Niğde kent merkezinde bulunan alüvyon akiferi de doğu ve güneydoğusundan metamorfik (mermer), batı ve kuzeybatısından volkanik (andezit) litolojilerden oluşan akiferlerle çevrelenmiş ve bu akiferler ile hidrojeolojik olarak etkileşim halindedir. Çalışma kapsamında kurak (Eylül-2016) ve yağışlı (Mayıs 2017) dönemlerde fizikokimyasal (pH, DO, T, EC) ölçümler ve seviye ölçümleri ile kimyasal (anyon-kasyon, PO<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub>) analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar hidrojeokimyasal hesaplamalar, diyagramlar ve alansal değişim haritaları yardımıyla değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Niğde ili kent merkezinin de bulunduğu alüvyon akifer su kalitesi bakımından doğal ve antropojenik etkiler altında olduğu anlaşılmıştır. Buna göre Niğde kent merkezi yeraltısuları, bölgenin jeolojik yapısıyla uyumlu olarak Ca-HCO<sub>3</sub> su tipine sahip olmakla birlikte, yine doğal-jeolojik faktörlerin etkisiyle yer yer Mg, Na ve SO<sub>4</sub> iyonlarıncı da zenginleşerek Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, Ca-Na-Mg-HCO<sub>3</sub> ve Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> tipinde sular oluşmuştur. Bu durumun başlıca sebebi alüvyonu çevreleyen ve besleyen komşu litolojilerdir. Özellikle alüvyonun kıyı kesimleri itibarıyla zirai, endüstriyel ve evsel kirleticiler de yeraltısularında izlenmektedir. Ayrıca çalışma alanının güneyine doğru SO<sub>4</sub> bakımından zengin sıcak suların da alüvyon akiferi etkiledikleri saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Alüvyon Akifer, Hidrojeokimya, Yeraltısı kirliliği, Niğde Kent Merkezi

## INVESTIGATION OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS EFFECTED THE GROUNDWATER QUALITY OF ALLUVIUM AQUIFER OF NİĞDE CITY CENTRE

### ABSTRACT

The primary condition of sustainable regional development is to provide sustainable utilization of natural resources by well understanding its potential. The alluvium cover which Niğde city is built on has a heterogeneous

\* Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel. +90 388 2252265; e-mail: udokuz@ohu.edu.tr

U. E., DOKUZ, S. YAŞAR KORKANÇ, M. KORKANÇ

structure owing to regional geological factors that form it. The alluvium cover forms a border between Aşığedığı Metamorphics (gneiss, quartzite, and marble) which spreads eastern and southeastern of the study area and Melendiz Volcanics (andesite and pyroclastics) which spreads western and northwestern part of the study area. The region is tectonically under control of Niğde and Tuz Gölü Fault zones. This geological structure causes the very heterogeneous structure of alluvium cover. This structure directly affects the hydrogeological properties of the study area. Under the control of these geological conditions, Niğde city center alluvium aquifer surrounded by and hydrogeologically in interaction with aquifers composed of marbles from east and southeast and andesites from west and northwest. In the concept of this study, chemical (major ion, PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> and trace element) analyses conducted with physicochemical (pH, DO, T, EC) measurements and groundwater level measurements. The results are evaluated by hydrogeochemical calculations, diagrams, and spatial distribution maps. Consequently, it is understood that alluvium aquifer of Niğde city center is under natural and anthropogenic effects in point of water quality. According to results, Niğde city center groundwaters have generally Ca-HCO<sub>3</sub> water type with concordant to the geological character while gained Ca-Mg- HCO<sub>3</sub>, Ca-Na-HCO<sub>3</sub> and Ca-SO<sub>4</sub> type by the enrichment of Mg, Na and SO<sub>4</sub> ions in some parts of the study area still concordant to the geological conditions. While the surrounding lithologies are the main reason for this situation, agricultural, industrial and domestic pollutant can be seen in groundwater particularly from borderlines of alluvium. In addition, it is obtained that SO<sub>4</sub> rich geothermal waters also affects alluvium aquifer through the southern part of the study area.

**Keywords:** Alluvium aquifer, Hydrogeochemistry, Groundwater Pollution, Niğde City Centre

## 1. GİRİŞ

Canlı yaşamının temel yapı taşı olan su, tarih boyunca hayati öneme sahip olmuştur. İnsan nüfusunun hızlı artışına paralel olarak suyun önemi de artmaktadır fakat bu artış gelişen teknoloji, değişen yaşam standartları sebebiyle giderek daha hızlı şekilde gerçekleşmektedir. Buna rağmen dünya üzerindeki kullanılabilir tatlı su kaynakları halen tüm canlıların ihtiyacını karşılayabilecek miktar ve niteliktedir. Ancak su kaynaklarının dağılımı göz önüne alındığında kimi bölgeler için önemli su sorunları gündeme gelmektedir. Su kaynakları üzerindeki mevcut olumsuz etkilerin yanında, küresel ısınma sorunu ve bu sorunların yakın gelecekte artarak devam edeceği beklentisi, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı konusunda endişeleri arttırmaktadır. Küresel ölçekte felaket senaryolarının gündemde olduğu, kullanılabilir suya ulaşımın zorlaşması konusu, gezegenimizin tümü için önemli bir sorunken, su kaynaklarının dağılımındaki düzensizlik sebebiyle ülkemizin de içinde bulunduğu bazı bölgeler için durum hayati önem taşımaktadır. Zira Devlet Su İşleri verilerine göre ülkemiz kişi başına düşen yıllık 1519 m<sup>3</sup> kullanılabilir su miktarı ile su fakiri değil ancak su kıtlığı çeken ülke konumundadır [1]. Ülkemizin coğrafik ve jeolojik yapısının bölgelere göre değişimi göz önüne alındığında kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı bölgeden bölgeye önemli ölçüde değişmektedir. Nitekim Karadeniz Bölgesi için bu değer daha yüksek miktarlara ulaşırken, İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri için bu miktar daha da azalacaktır. Yine söz konusu bölgelerde, su kaynaklarının ulaşılabilirliği bakımından mevsimler arasında da önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Tüm bu olumsuzluklara rağmen ülkemizin büyüme hızının düşmemesi, toplumsal refahın artarak devam etmesi, toplum sağlığının ve sosyo-ekonomik durumun korunması ve geliştirilmesi için su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi gerekmektedir.

Orta Anadolu Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi Niğde ili özelinde de yüzeysel su kaynaklarının kıtlığı sebebiyle yeraltısuları özel önem arz etmektedir. Zira evsel, endüstriyel ve zirai kullanım amaçlı olarak yoğun olarak yeraltısularından faydalanılmaktadır. Bu durum Niğde ili kent merkezi alüvyon akiferini miktar bakımından olumsuz yönde etkilerken, gerek doğal (jeolojik) gerekse antropojenik (arazi kullanım alışkanlıkları; tarım, kentleşme, endüstriyel faaliyetler vs.) faktörler, Niğde ili kent merkezi alüvyon akiferini su kalitesi bakımından da tehdit etmektedir. Gerek söz konusu olumsuz etkilerin saptanması, gerekse sürdürülebilir yeraltısuyu yönetim planlarının hazırlanabilmesi için bölgede jeolojik ve hidrojeolojik koşulların sağlıklı şekilde anlaşılabilmesi gerekmektedir. Bu amaçla çalışma alanında hidrojeolojik koşulların ve su kalitesinin belirlenmesi ve su kalitesini etkileyen faktörlerin saptanabilmesi amacıyla hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemeler gerçekleştirilmiştir. Günümüzde kimyasal analiz teknolojilerinin gelişip yaygınlaşması ile birlikte hidrojeokimyasal analizler, su kimyası ve kalitesi çalışmalarının yanı sıra hidrojeolojik incelemeleri desteklemesi bakımından da sıklıkla kullanılmaktadır [2, 3, 4]. Niğde ili dolayında Misli ovası ve Bor ovasının yeraltısuyu potansiyeli ve kalitesi çalışmaları [5, 6, 7] mevcut olsa da kent merkezinin yer aldığı alüvyon akifer hakkında çalışmalar mevcut değildir. Bu çalışma kapsamında da Niğde ili kent merkezinin bulunduğu alüvyon akiferin hidrojeokimyasal özellikleri saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar hidrojeokimyasal hesaplamalar, diyagramlar, ikili değişim diyagramları ve haritalarla birlikte değerlendirilerek Niğde ili kent merkezi alüvyon akiferinin su kalitesini etkileyen süreçler belirlenmiştir.

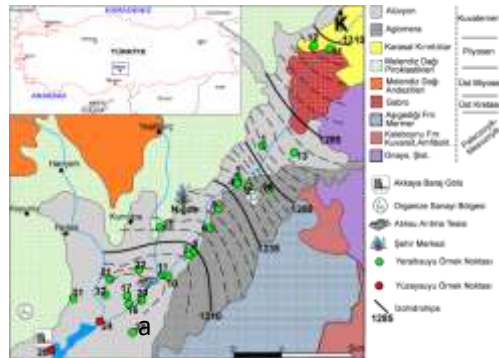
## NİĞDE KENT MERKEZİ ALÜVYON AKİFERİNİN YERALTISUYU KALİTESİNİ ETKİLEYEN DOĞAL VE ANTROPOJENİK FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

### 2. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında Niğde ili kent merkezi alüvyon akiferinin hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kurak (Eylül) ve yağışlı (Mayıs) dönemlerde 25 yeraltı ve 2 yüzey olmak üzere 27 örnek üzerinde su kimyası (ana iyon,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  ve iz element) analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılacak numuneler katyon, iz element (250 ml) ve anyon,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  analizleri (500 ml) için polietilen numune kaplarında ayrı ayrı örneklendirilmiştir. Sular şırınga yardımıyla 0,45µm filtrelerden süzülerek alınmıştır. Katyon analizleri için kullanılacak olan numunelere pH'ı 2'nin altında tutmak için  $\text{HNO}_3$  ilave edilmiştir. Katyon ve iz element analizleri Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Mikroanaliz-ICP Laboratuvarı'nda ICP-OES cihazında, anyon ve  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  analizleri ise Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Su Analizleri Laboratuvarında,  $\text{HCO}_3^-$  için titrimetrik yöntem,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  için ise iyon kromatografi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekleme sırasında suların fizikokimyasal özellikleri Hach marka taşınabilir ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Arazi çalışmaları sırasında ulaşılabilen kuyularda seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

### 3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİK VE HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Niğde ili Orta Anadolu Bölgesi'nin güneydoğu sınırında yer almaktadır. Bölge, bulunduğu konum itibarıyla kompleks jeolojik özelliklere sahiptir. Çalışma alanı güney ve güneydoğudan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı temel kayalarla sınırlanmışken çalışma alanını kuzeyinde Kapadokya Volkanik Provensine ait birimler görülmektedir. Niğde kent merkezi bu iki birimin sınırında yer alan alüvyon üzerine kurulmuştur (Şekil 1a). Söz konusu alüvyon örtü bölgesinin kompleks jeolojik yapısı neticesinde, çakıl, kum, silt ve killi birimlerin farklı seviyelerde farklı oranlarda karışarak depolanması sonucu heterojen bir karaktere sahiptir. Alüvyon içerisinde yer yer tüf katmanlarına da rastlanmaktadır. Alüvyon örtünün bu özellikleri neticesinde hidrojeolojik olarak da kompleks bir yapı ortaya çıkmıştır. Alüvyon içerisinde kumlu çakıllı birimler geçirimsiz seviyeleri oluştururken bu seviyelerin arasında yer alan killi ve yer yer tüflü seviyeler geçirimsiz seviyeleri oluşturmaktadır. Yaklaşık 30-120 m derinliklere sahip kuyulardan alınan seviye verilerinin değerlendirilmesi sonucu alüvyon içerisinde serbest ve basınçlı seviyelerden oluşan bileşke bir hidrolik sistemin geliştiği saptanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru, jeoloji ve yeraltısuyu seviye değişim haritası

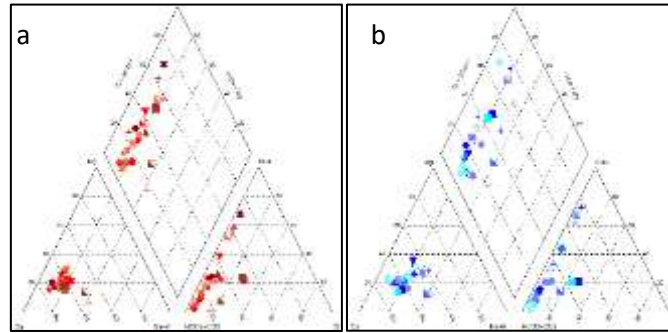
### 4. HİDROJEOKİMYASAL İNCELEMELER

Çalışma kapsamında hidrojeolojik durumun açığa kavuşturulması, su-kayaç etkileşiminin incelenmesi gerekse yeraltısuyu kalitesinin belirlenmesi ve kalite parametrelerini etkileyen faktörlerin anlaşılabilmesi amacıyla hidrojeokimyasal incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda şahıs ve kamu kuruluşlarına ait kuyulardan ve yüzey sularından örnekler alınmıştır. Örnekleme sırasında fizikokimyasal ölçümler gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal ölçüm ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur. Hidrojeokimyasal analiz sonuçlarının Piper (1944) diyagramında değerlendirilmesi sonucu suların genel olarak  $\text{Ca-HCO}_3$  tipinde olmakla birlikte yer yer  $\text{Mg}$ ,  $\text{Na}$  ve  $\text{SO}_4$  bakımından da zenginleşerek  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$ ,  $\text{Ca-Mg-Na-HCO}_3$ ,  $\text{Ca-SO}_4\text{-HCO}_3$  tipi sular oluşmaktadır (Şekil 2). Suların ana iyon kimyası dikkate alındığında hidrojeokimyasal karakterinin genel olarak bölgenin jeolojisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Zira alüvyon akifer doğu ve güneydoğudan Aşığediği Metamorfikleri'ne ait mermerlerle, batı ve kuzeybatıdan ise Melendiz Volkanikleri'ne ait andezitlerce sınırlanmaktadır. Jeolojik ve hidrojeolojik incelemeler mermerlerin (kırık-çatlak, yer yer karstik) de andezitlerin de (kırık-çatlak) akifer özelliği taşıdığı ve alüvyon akiferi beslediğini göstermektedir. Alüvyon içerisinde killi

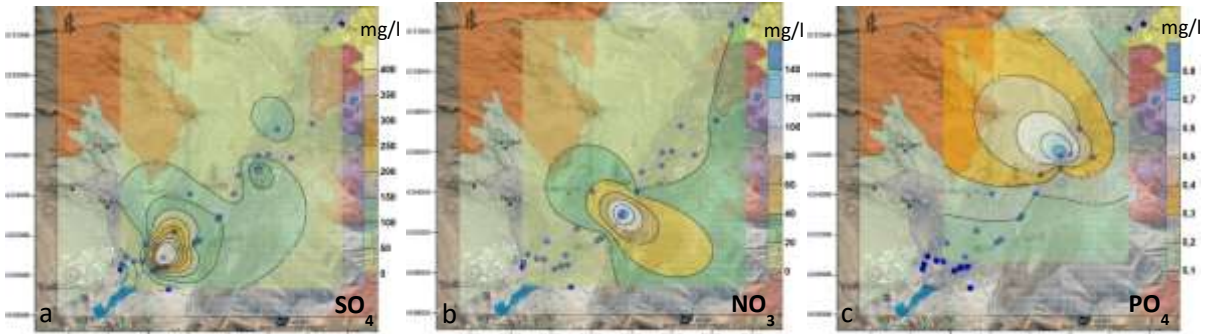
U. E., DOKUZ, S. YAŞAR KORKANÇ, M. KORKANÇ

seviyelerle Ca'ca zengin sular arasında iyon değişimi neticesinde Na<sup>+</sup> iyonunu akiferde bollaştığı anlaşılmaktadır. Söz konusu litolojilerin suların kimyasal karakterleri üzerindeki etkileri de net olarak görülmektedir.

Elde edilen kimyasal analiz sonuçlarının alansal olarak değerlendirilmesi amacıyla sonuçlar CBS ortamına aktarılmıştır (Şekil 3). SO<sub>4</sub> iyonun alansal dağılımı incelendiğine yalnızca alüvyonun güneybatı kesiminde çok yüksek SO<sub>4</sub> değerlerinin, yüksek EC değerleri ile de birlikte ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 3a). Bu bölge dikkate alındığında SO<sub>4</sub> ve EC bakımından en yüksek değerlerin elde edildiği örneğin sıcaklık değerinin de kurak dönem ve yağışlı dönem için sırasıyla 27,3 ve 26,9 °C olduğu, dolayısıyla bu bölgede sıg akifere derin akiferden sıcak su karıştığı anlaşılmaktadır. Haritalardan elde edilen bir diğer bulgu ise tarımsal kirleticilerden kaynaklı olarak yeraltısularında bollaşan NO<sub>3</sub> ve PO<sub>4</sub> iyonlarının, yoğun şekilde bahçecilik yapılan çalışma alanının kuzeydoğu kesiminde ortaya çıkmalarıdır (Şekil 3b, c). Söz konusu tarımsal kirleticilerin yeraltısuyunda bollaşmaları söz konusu bölgelerde yüzeylenen çakıllı, kumlu seviyelerin geçirimli karakterinden kaynaklanmaktadır. Buna karşın çalışma alanının güneybatı kısmında bulunan Akkaya Baraj Gölü sularının da son derece kirli olmasına karşın bu bölgede yeraltısularında kirliliğin yüksek olmaması, alüvyonun bu kesiminde kil-silt ve tüflü seviyelerin yüzeylenmiş olmasından dolayı akiferin yüzey bağlantısının kesildiği ve yüzeyel kirleticilerden etkilenmediği anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Kurak (a) ve yağışlı (b) dönem örneklerine ait Piper (1944) Diyagramları



Şekil 3. Suların SO<sub>4</sub> (a), NO<sub>3</sub> (b) ve PO<sub>4</sub> (c) derişimlerinin alansal dağılım haritaları

## 5. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen gözlem, ölçüm, analiz, hesaplama ve değerlendirmeler neticesinde Niğde kent merkezi alüvyon akiferinin su kimyasının başlıca jeolojik faktörlerin etkisinde şekillendiği anlaşılmaktadır. Güney ve güneydoğudan Aşıgediği Metamorfikleri'ne ait mermerler, kuzey ve kuzeybatıdan Melendiz Volkanikleri'ne ait andezitler kırıklı çatlaklı (mermerler için yer yer karstik) karakterleriyle akifer özelliği taşımakta ve alüvyon akiferi beslemektedir. Bu durumun bir sonucu olarak çalışma alanına ait örneklerde hakim su tipi Ca-HCO<sub>3</sub> iken başta Mg ve akım yolu boyunca SO<sub>4</sub> ve Na'ca zenginleşmeler neticesinde Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, Ca-Mg-Na-HCO<sub>3</sub>, Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> tipi sular da meydana gelmiştir. Suların bu kimyasal karakterlerinin bölgenin jeolojik yapısıyla uyumlu oldukları Ca-HCO<sub>3</sub> karakterindeki başlıca mermerlerden beslenen suların akım yolu boyunca akifer alüvyon içerisinde Mg<sup>2+</sup> bakımından zengin andezitlerle ilişkili sularla karıştığı ve alüvyon içerisinde killi seviyelerle iyon değişimi sonucu Na<sup>+</sup> iyonunca zenginleştiği anlaşılmaktadır.

*NİĞDE KENT MERKEZİ ALÜVYON AKİFERİNİN YERALTISUYU KALİTESİNİ ETKİLEYEN DOĞAL VE ANTROPOJENİK FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ*

Tablo 1. Su kimyası analiz sonuçları

Numune No		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	31	32	
pH		Kurak D.	6.32	6.62	6.37	6.62	6.96	7.16	6.73	6.81	6.57	7.52	6.3	7.84	6.47	7.07	5.87	5.92	6.56	7.19	6.69	7.5	5.67	7.11	7.32	7.06	8.11	6.98	7.48
		Yağışlı D.	6.37	6.6	6.55	6.92	7.22	7.21	6.87	6.74	6.32	7.84	7.25	7.93	7.01	7.37	6.54	5.77	6.37	7.44	6.82	7.81	6.01	7.36	7.53	6.97	8.37	6.82	7.18
DO	mg/l	Kurak D.	6.89	0.44	6.89	5.1	5.45	6.73	3.7	4.17	1.93	8.3	6.89	7.64	5.51	2	3.02	2	3.1	6.69	1.87	7.68	1.86	5.21	1.04	4.19	0.39	6.73	6.9
		Yağışlı D.	5.6	6.37	6.39	5.66	5.13	5.67	3.73	5.87	5.06	7.58	7.58	8.08	7.35	3.86	1.87	2.2	1.2	4.81	3.81	7.55	3.26	3.38	2.1	5.17	6.75	4.89	5.43
	%	Kurak D.	81.8	110	86.5	58.8	63.5	76.8	43	48.5	23.1	94.9	83	106.7	63.5	23.1	37.7	23.4	35.5	77	21.2	89.9	27	59.2	12.7	50.8	4.6	87	83.4
	Yağışlı D.	72.9	83.8	83.1	68.7	65.2	72.8	45.3	34.1	65.6	91.4	93		90.7	47.2	21.8	26.2	13.9		45.1	87.7	47.2	39.6	26.5	66.9	87.5	64.6	70.9	
EC	µS/cm	Kurak D.	637	515	488	831	660	766	1020	955	813	460	532	394	529	1074	772	812	1147	761	1472	387	701	781	969	856	1138	437	406
		Yağışlı D.	551	509	480	742	668	702	1008	619	651	479	423	362	554	1066	1221	756	1090	754	1425	387	708	630	1129	890	1067	423	404
T	C	Kurak D.	17.2	16.3	19	15.7	16.3	15.6	16.1	16.1	17.5	14.4	17.3	19	15.5	15.1	19	16.3	15.6	15.5	15.2	16	27.3	14.2	18.8	18.6	15.5	15.3	15.4
		Yağışlı D.	20.2	20.2	20.3	16.7	17.2	18.3	16.3	19.7	19.5	16.9	17.2	18.3	16	16.3	16.1	17.2	15.5	15	15.9	15.8	26.9	15.9	19.8	20.5	21.4	22.4	16.7
Ca	mg/l	Kurak D.	104.3	97.8	74.7	159.1	97	145.8	133.5	137.9	130.2	44.3	89.7	57.6	87	186.8	133.6	145	205.5	144	344.4	59	166.6	149.3	152.4	169.9	121.1	89.7	71.3
		Yağışlı D.	108	69.7	76.4	171.7	95.3	143.9	120.2	133	127.1	66.2	64.5	49.8	122.1	162.7	130	71.5	188.7	129.3	279.8	35.6	112.6	122.3	148.6	253.1	98.2	60.6	58.6
Mg	mg/l	Kurak D.	24.7	17.2	17.3	26.5	25.1	25.8	23.7	22.2	19.2	6.6	16.1	12.9	14.7	32.1	23.8	27.2	50.1	30.8	59.1	17.4	18.6	18.6	10.2	27.4	18.5	13.5	22
		Yağışlı D.	34	18.4	28.4	27.5	38.2	33.1	17	15.7	22.4	12.2	12.3	20	30.8	26.6	58.5	24.4	43.1	27.4	55.7	18	19.3	20	23.9	69.7	15.9	11	26.8
Na	mg/l	Kurak D.	30.8	26.4	27.8	38.2	28.1	27.4	41.5	39.6	41.8	7.6	22.8	18.7	23.2	51.0	47.1	50.1	42.9	36.9	45.1	11.8	18.6	20.3	134.0	36.4	82	23.4	17.4
		Yağışlı D.	50.2	30	49.9	39.8	44.7	38.8	40.7	39.9	48.6	14.5	17.1	27.2	36.7	69.9	115.3	54.2	68.2	31.6	29.1	13	28.8	22.9	152.9	97.3	83.9	18.8	21.8
K	mg/l	Kurak D.	12	10	10.2	10.4	11.2	12	14.9	13.7	12.8	2.5	8.7	3.8	6.1	16	15.9	17.6	18.1	10.6	17.8	5.4	16.7	4.5	15.9	8.5	25	7.8	9.1
		Yağışlı D.	16.4	9.7	15.5	10.3	16.1	15	10.5	8.3	8.2	4.1	5.9	5.1	12.1	12.7	19.1	8.7	17.2	9.2	12.6	5.1	11.9	5.3	35.7	19.6	15.9	5.6	10.2
HCO <sub>3</sub>	mg/l	Kurak D.	345	397	298	397	429	532	286	280	356	134	350	222	339	590	239	264	547	481	375	252	237	433	650	629	515	176	287
		Yağışlı D.	438	327	333	380	444	520	269	298	280	245	245	216	397	584	546	187	444	432	339	234	117	321	648	648	467	88	222
SO <sub>4</sub>	mg/l	Kurak D.	86.9	22.7	28.9	180.0	25.2	24.3	98.9	105	115	36.1	10.8	15.5	21.7	141.0	287	280	287.0	82.7	698	18	299	74	1.6	10.3	43.4	6.8	10
		Yağışlı D.	28.9	21.8	29.6	130	23.2	19.9	85.6	86.4	199	36.9	32.1	14.6	20.6	140	367	270	284	95.6	646	17.5	288	135	58.5	7.8	79.7	160	30.2
Cl	mg/l	Kurak D.	11.1	10	11.5	18.1	13.2	11	97.5	90.8	28.5	7.5	6.7	10.1	10.5	47.4	17.3	17.3	24.3	22.0	27.8	9.1	13.5	26.2	74.4	22.4	86.7	-	0.1
		Yağışlı D.	10	9.5	10.3	16.2	13.2	9.9	86.4	75	16	8.7	6.8	9.8	15.3	48.4	33.6	15.2	24	21.3	23	9.4	12.3	16	69.4	19.7	77.7	7	8.5
PO <sub>4</sub>	mg/l	Kurak D.	0.4	0.6	0.8	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.0	-	6.7	1.3	5.9
		Yağışlı D.	0.7	0.7	0.6	0.4	0.5	-	0.1	0.2	-	-	0.1	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.10	-	9	-
NO <sub>3</sub>	mg/l	Kurak D.	12.4	11.9	10.8	6.8	14.2	19.4	141	125	7.4	41.8	16.4	22.5	16.4	1.5	-	-	6.8	5.7	0.5	13.2	-	42.5	-	3.2	95.3	-	-
		Yağışlı D.	13.2	12.1	10.8	8.2	13.9	16.4	115	102	0.8	45.6	24.8	23.6	15.3	1.6	1.9	0.4	7.4	10.9	0.9	14.8	-	3.9	0.4	6.6	0.4	1	4.7

U. E., DOKUZ, S. YAŞAR KORKANÇ, M. KORKANÇ

Bazı iyonların alansal dağılımları incelendiğinde çalışma alanında jips, evaporit gibi bir formasyonun bulunmamasına karşın 699 mg/l derişime erişen  $SO_4^{2-}$  iyonunun kaynağının bu bölgede sığ akifere karışan derin jeotermal suyun olabileceğini göstermektedir. Nitekim bu noktadan alınan 22 nolu örnek sıcak su sınıfına girmektedir. Alansal dağılım haritalarında değerlendirilen diğer parametreler olan  $NO_3^-$  ve  $PO_4^{3-}$  iyonlarının alüvyon akiferin orta ve kuzeydoğu kesiminde bollaştığı görülmektedir. Başta tarımsal olmak üzere, evsel ve endüstriyel kaynaklı olabilen bu kirleticilerin akiferde görünmesi bu kesimde alüvyonun geçirimli birimlerden oluşması nedeniyle yüzeysel kirleticilere açık olduğu anlamına gelmektedir. Akiferin daha güneybatı kesiminde killi birimlerin yüzeylemiş olmasından dolayı yüzey sularının son derece kirli olmasına karşın, akiferde bu etki görünmemektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: FEB2016/14\_BAGEP.

## KAYNAKLAR

- [1] <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (erişim tarihi 10.10.2018)
- [2] BREHME, M., SCHEYTT, T., ÇELİK, M., DOKUZ, U.E. Hydrochemical characterisation of ground and surface water at Dörtyol/Hatay/Turkry. Environ Earth Sci 63: 1395. 2011.
- [3] HOFMANN, H., CARTWRIGHT, I. Using hydrogeochemistry to understand inter-aquifer mixing in the on-shore part of the Gippsland Basin. Applied Geochemistry 33, 84-103, 2013.
- [4] AVCI, H., DOKUZ, U.E., AVCI, A.S. Hydrochemsity and groundwater quality in a semiarid calcereous ara: an evaluation of mJOR ion chemistry using a stoichiometric apptoach. Environ Monit Assess, 190: 641, 2018.
- [5] YURDAGÜL, M. Niğde-Misli Havzası Hidrojeolojik Revize Etüt Raporu. DSİ, ANKARA, 1998
- [6] SÖĞÜT, A.R., Misli Ovası hidrojeolojik incelemesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2003.
- [7] ÇİRKİN, T., Niğde-Misli Ovası yeraltısuyu potansiyelinin araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [8] ATABEY, E. 1/100000 ölçekli açımmsal nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Kayseri İ19 Paftası MTA, Ankara. 1989.
- [9] PIPER, A.M. A graphic procedure in geochemical interpretation of water analyses. Transactions of the American Geophysical Union, 25, 914-923. 1944.