

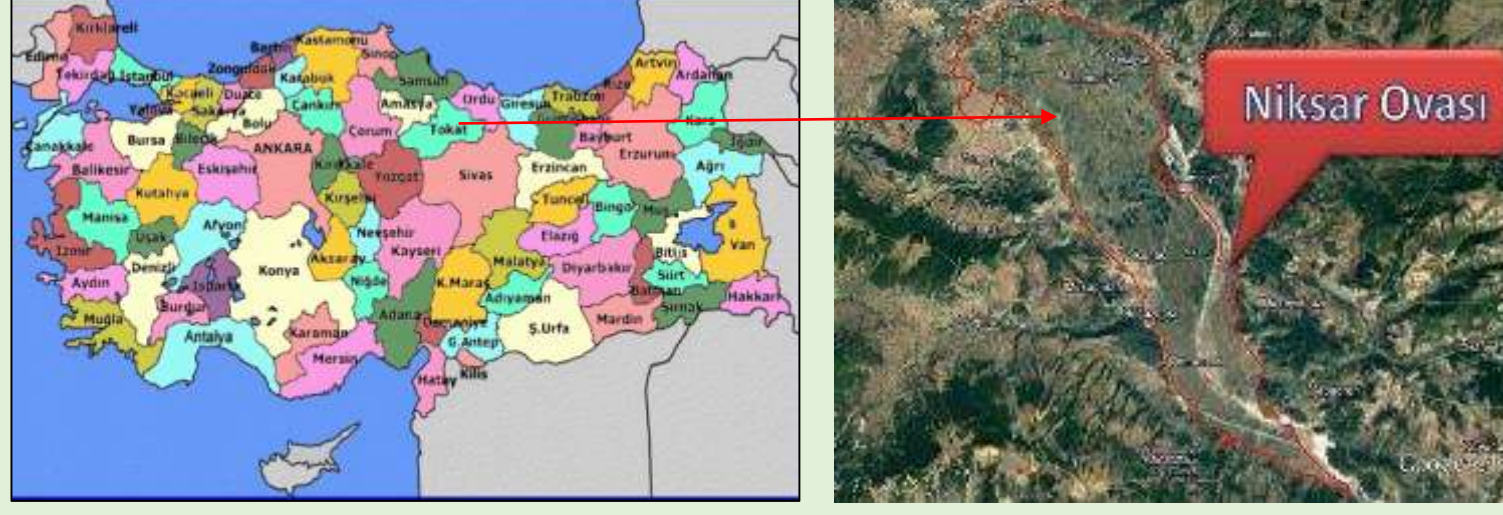
Niksar Çek-ayır Havzasındaki Sıcak ve Mineralli Suların Jeokimyasal ve İzotopik Özellikleri

Geochemical and Isotopic Characteristics of Thermal and Mineral Waters in the Niksar Pull-apart Basin

Hafize AKILLI, Önder KAYADİBİ, Halim MUTLU, Akın KÜRÇER, Orhan TATAR
hafize.akilli@mta.gov.tr

1. Giriş

Çek-ayır (pull-apart) havzalarda, tektonik yapıya uygun olarak boşalım yapan çeşitli sıcak ve mineralli su kaynakları vardır. Ülkemizin en önemli aktif doğrultu atımlı fay zonu olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde yer alan Niksar çek-ayır havzasında sıcaklıkları 21-30° C arasında değişen su kaynakları mevcuttur (Şekil 1). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülmekte olan "Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Boyunca Gelişmiş Havzaların Ekonomik Potansiyellerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri ile İncelenmesi" başlıklı projede, birbirinden farklı uzmanlık alanlarını kapsayan konular bir arada çalışılmaktadır. Havzalardaki sıcak suların oluşumu, kökeni, ısıtıcı kaynağı, rezervuar kayacı, kimyasal özellikleri vb. özelliklerin ortaya konması söz konusu projenin konuları arasındadır.



Şekil 1- Yer bulduru haritası

2. Yöntem

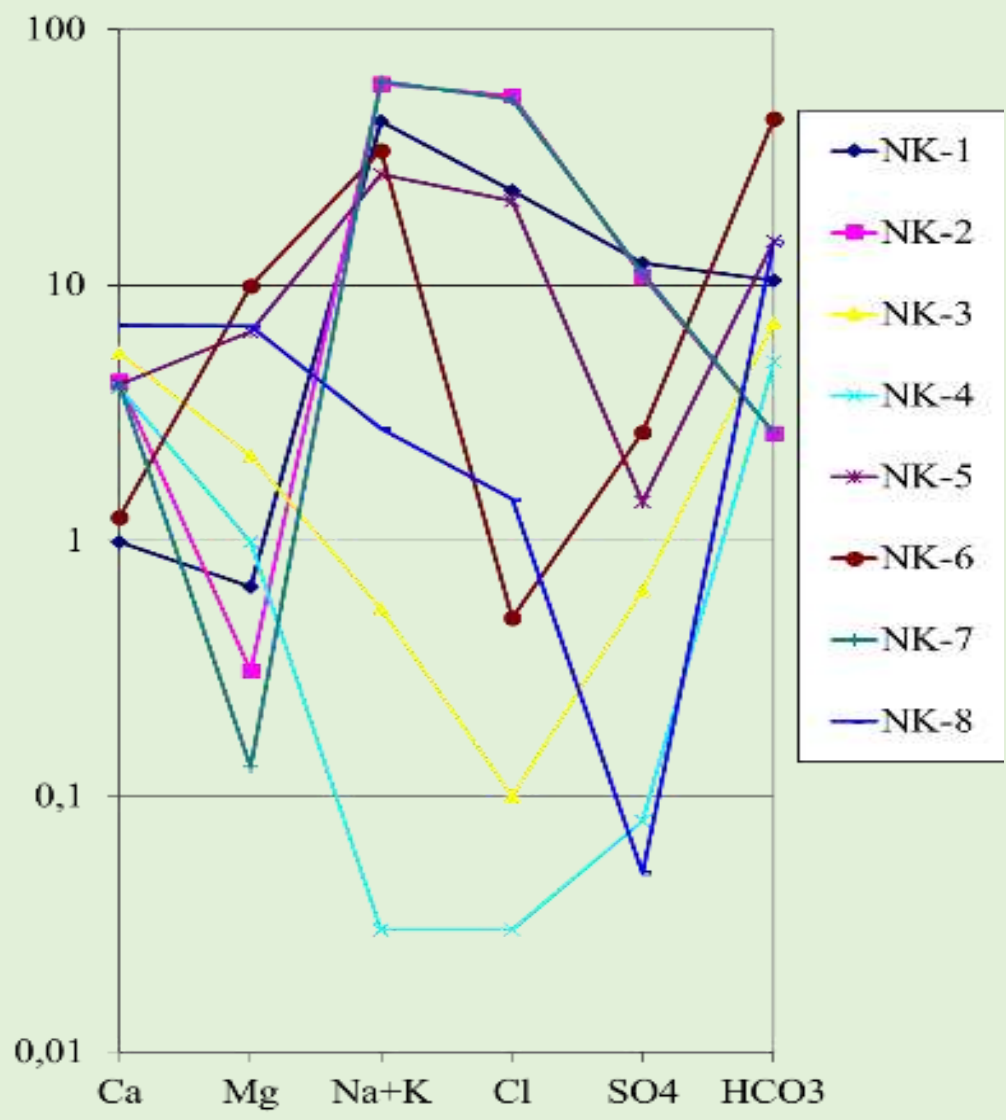
Arazide kaynak başında; sıcak ve soğuk su kaynaklarının sıcaklıklarının ölçülmesinde Testo 925 model termometre kullanılmıştır. Soğuk ve sıcak su kaynaklarından Temmuz 2019 tarihinde majör ve iz element analizleri için örnekler alınmıştır. Su örnekleri yüksek-yoğunluklu polietilen kaplara toplanmış ve her su örneğinden iki adet örnek alınmış olup, katyon analizi için toplanan örneğe 0,2 ml HNO₃ ilave edilmiştir. İzotop analizleri (¹⁸O, ²H, ³H) için ayrıca örnek toplanmıştır.

Su örneklerinin majör anyon-katyon analizleri MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı (MAT) Analitik Kimya Laboratuvarlarında Fishman ve Friedman (1989)'da tanımlanan standart yöntemler ile gerçekleştirilmiştir. ¹⁸O ve ²D (V-SMOW olarak) analizleri lazer spektrometresi ile trityum (³H) analizleri ise sıvı sayım sintilasyon sistemi ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü TAKK Laboratuvarlarında yapılmıştır.

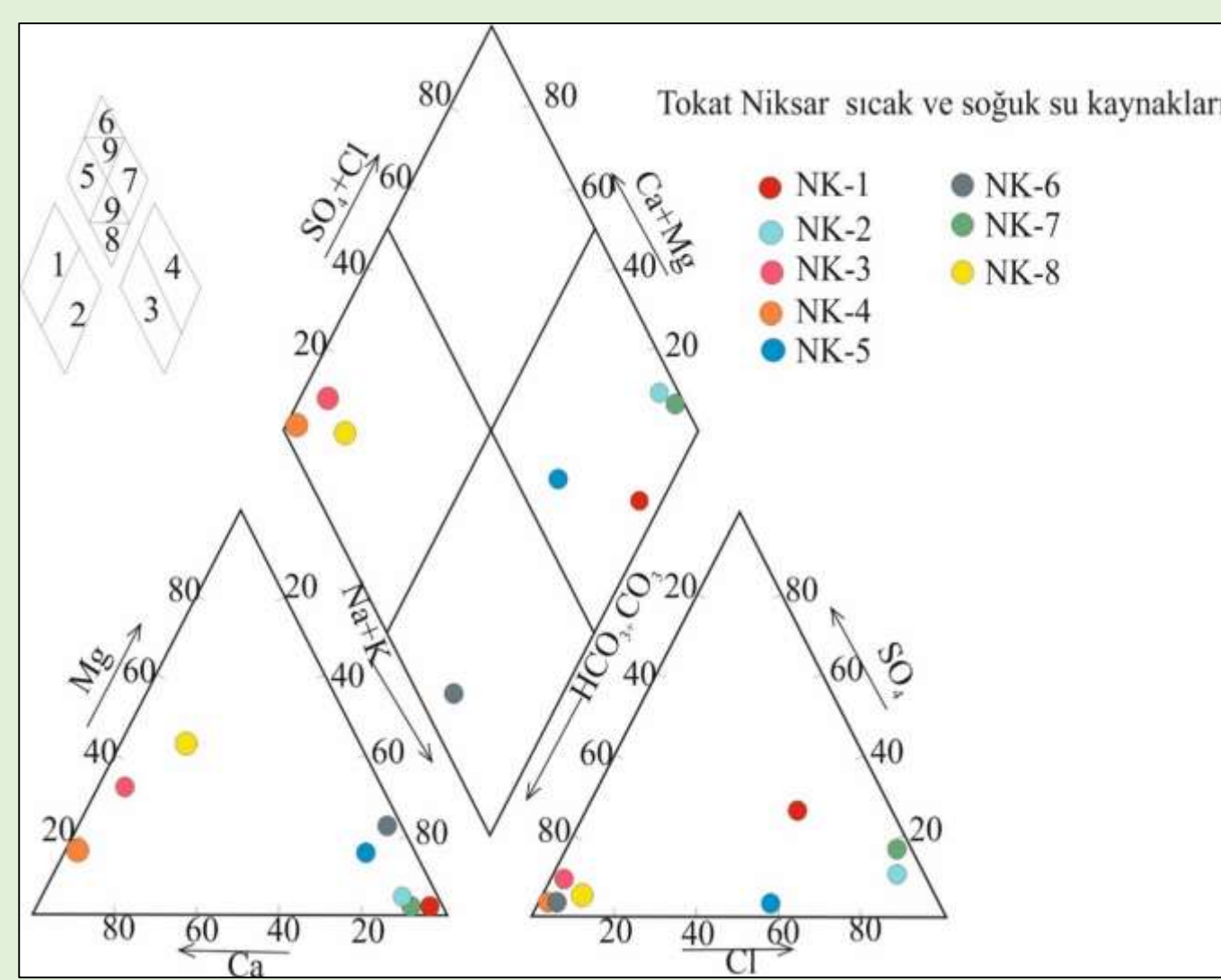
3. Bulgular

Niksar civarındaki alınan örneklerin yarı logaritmik Schoeller diyagramı yardımıyla kökensele ilişkisi belirlenmiştir (Şekil 2). NK-1, NK-2 ve NK-7 nolu örnekler bor içeren sodyumlu, klorürlü sıcak ve mineralli sular olduğu ve bu üç suyun kökensele olarak birbirine benzediği tespit edilmiştir.

NK-3, NK-4, NK-8 soğuk su kaynakları Piper diyagramında 5 nolu bölgeye düşmektedir. Bu bölgede yer alan suların karbonat sertliği % 50'den fazladır. NK-6 Korulu kaynağının karbonatlı alkali suları %50'den fazladır yani karbonat olmayan alkali sulardır. Bunlar Na₂CO₃ ve K₂CO₃'lü sulardır. NK-1, NK-2, NK-5 ve NK-7 örnekleri ise NaCl, NaSO₄ ve KCl'li sulardır. Bu üç su örneği diğer sulara göre daha derin dolaşım sulardır (Şekil 3).



Şekil 2- Tokat-Niksar havzası suları yarı logaritmik Schoeller (1967) diyagramı.



Şekil 3- Tokat-Niksar havzası suları Piper (1944) diyagramı.

Olgunlaşma indeksi 2'den büyük olan Saryazı sıcak sularının rezervuar sıcaklıkları Na-K ve Na-K-Mg jeotermometreleri ile sırasıyla 49-72°C ve 49-90°C arasında hesaplanmıştır (Şekil 4, 5, 6, 7, 8; Çizelge 1). Özçelçi (2019) açılan jeotermal sondajın (NK-7 örneği) sıcaklığının 53,3 °C olması, rezervuardan alınacak akışkanın daha derinde olacağını belirtmiştir.



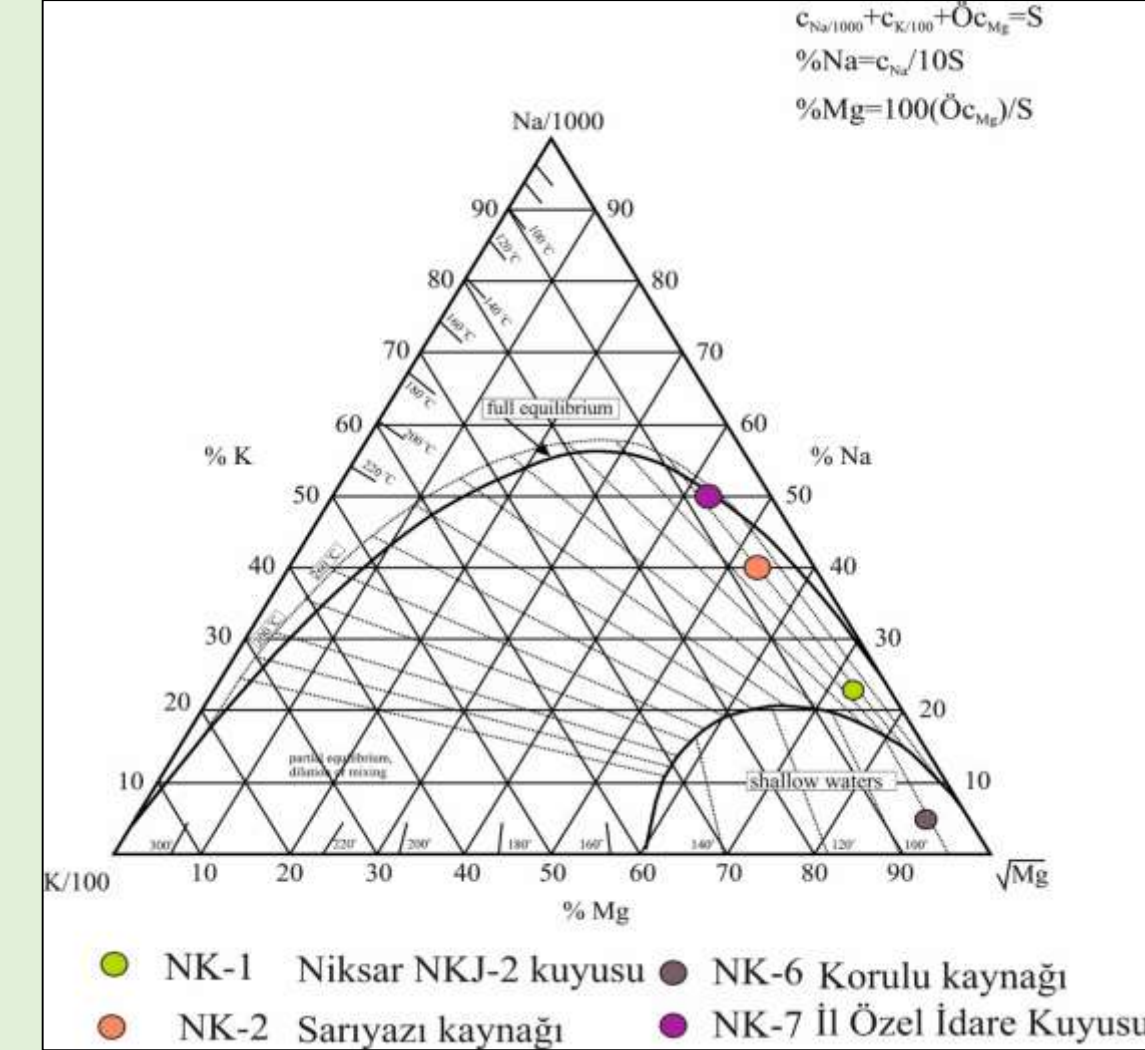
Şekil 4- NK-1 örneği



Şekil 5- Saryazı Kaynağı (NK-2)

Çizelge 1- Tokat-Niksar havzası sularına ait jeotermometre hesaplamaları.

Örnek No	SiO ₂ (Kuars-Fournier, 1973) (Buhar Kaybı Yok)	SiO ₂ (Kuars-Fournier ve Plotter, 1982)	SiO ₂ (Kalsedon-Fournier, 1977) (Buhar Kaybı Yok)	SiO ₂ (Arnorsson vd.,1983) (Buhar Kaybı Yok)	Na-K, Truesdell ve Fournier, 1977	Na-K-Mg (Fournier ve Truesdell 1973)	K-Mg, Gignenbach, 1988
NK-1	36	34	3	8	-	-	-
NK-2	36	34	3	8	72	49	66
NK-6	32	30	-1	4	49	75	72
NK-7	51	50	18	22	65	90	97



Şekil 6- Tokat-Niksar havzası sıcak sularının Gignenbach (1988) Na-K-Mg üçgen diyagramı.

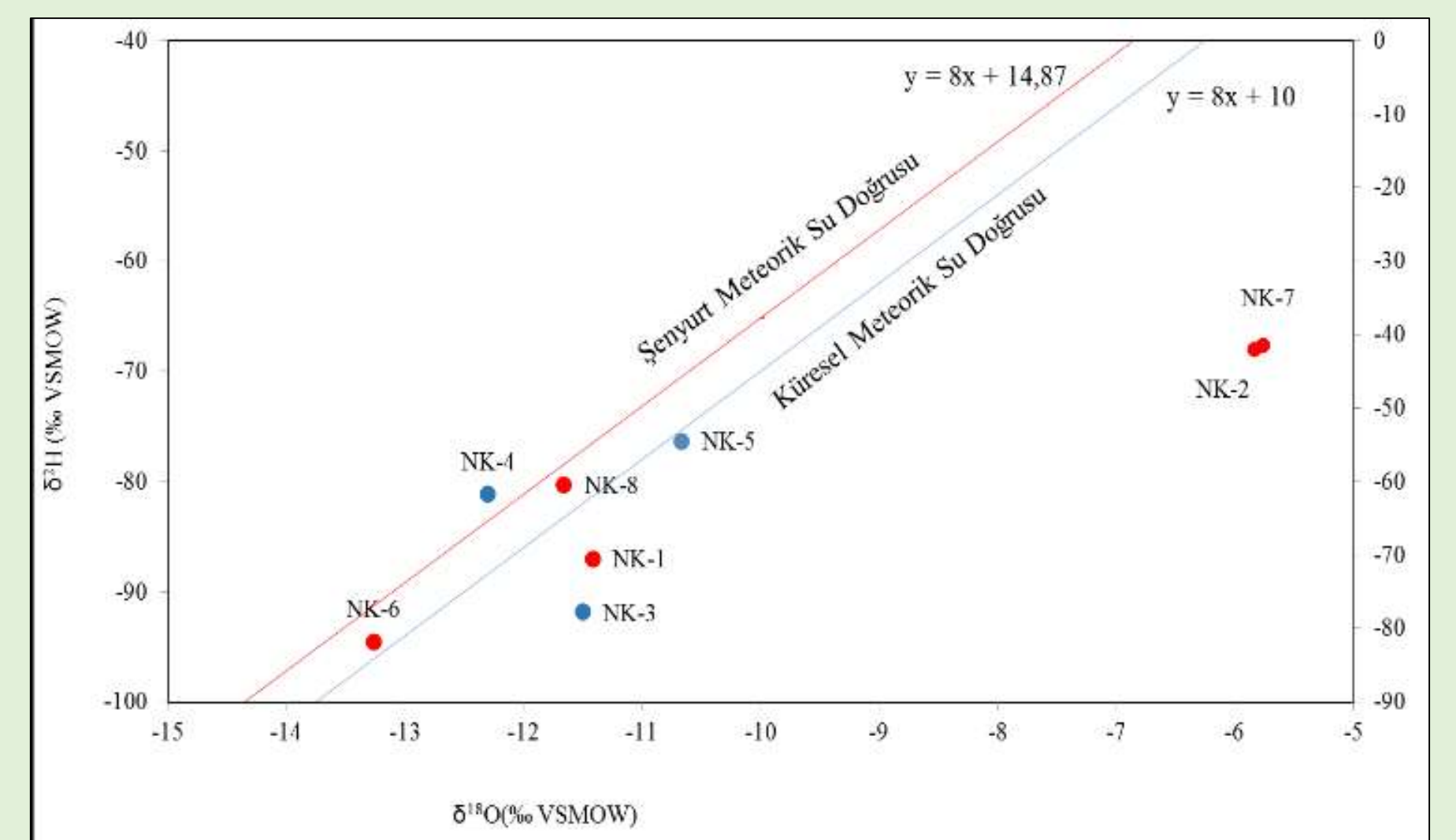


Şekil 7- Korulu kaynağı (NK-6)



Şekil 8- Saryazı Kuyusu (NK-7)

İncelenen örneklerin ¹⁸O içerikleri % -5.77 ile % -13.27, ²H değerleri ise % -67.6 ile % -94.46 arasında değişmektedir (Şekil 9). Bu verilerin meteorik kökenli olduğunu göstermekle birlikte, Şenyurt Meteorik Su Doğrusu ve Küresel Meteorik Su Doğrusundan olan sapmalar ise büyük olasılıkla buharlaşma etkisinden kaynaklanmıştır. Saryazı kaynağının (NK-2) ve Saryazı sondajından alınan su örneğinin (NK-7) oksijen 18 değerinin daha pozitif değerlere doğru sapma göstermesi, suyun derinlerde kayalarla daha çok etkileşime girdiğini gösterir. Korulu kaynağının (NK-6) ise yüksek kotlardan beslendiğini söylenebilir. Niksar sularının trityum değerleri 0.0 ile 4.65 TU arasındadır. Saryazı örnekleri için kaydedilen düşük trityum değeri ve yüksek Cl içerikleri bu suların yeraltındaki dolaşımının derin olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 9- Tokat-Niksar havzasından alınan su örneklerinin ¹⁸O- ²D grafiği.

4. Sonuçlar ve Tartışma

- Çalışma alanı, sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu tarafından oluşturulan Niksar çek-ayır havzasının içerisinde yer almaktadır.
- NK-1, NK-2, NK-3 ve NK-7 sıcak suları bor içeren sodyumlu, klorürlü sıcak ve mineralli sular sınıfına girmektedir. Bu sular yarı logaritmik Schoeller diyagramına göre aynı kökenli sulardır.
- Olgunlaşma indeksi 2'den büyük olan NK-1, NK-2 ve NK-7 örneklerine Na-K-Mg jeotermometreleri uygulanmış ve 49-97 °C arasında rezervuar sıcaklıkları hesaplanmıştır.
- Çalışma alanındaki sular meteorik kökenli sulardır. NK-2 ve NK-7 örneklerinin oksijen 18 değerinin daha pozitif değerlere doğru sapma göstermesi, suyun derinlerde kayalarla daha çok etkileşime girdiğini göstermektedir. Ayrıca Saryazı örnekleri (NK-2 ve NK-7) için kaydedilen düşük trityum değeri ve yüksek Cl içerikleri bu suların yeraltındaki dolaşımının derin olduğuna işaret etmektedir.
- Korulu kaynağının (NK-6) ise yüksek kotlardan beslendiği belirlenmiştir.
- Sıcak su kaynaklarının varlığı, sahada daha önceden yapılan jeotermal sondajlar ile sahanın jeotermal potansiyeli ortaya konmuştur. Proje kapsamında yapılan tektonik, uzaktan algılama çalışmaları, su kimyası çalışmaları ile sahanın jeotermal potansiyeli ile ilgili yeni hedef alanlar belirlenmiştir. Belirlenen hedef alanlarda yapılacak detaylı etüt ve sondaj çalışmaları sonucu havzanın jeotermal potansiyeli artırılacaktır.

Değerlendirilen Belgeler

Arnorsson, S., Gunnlaugsson, E., Svavarsson, H. 1983. The Chemistry of Geothermal Waters in Iceland, III. Chemical Geothermometry in Geothermal Investigations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 47, 5675-577.

Gignenbach, W. F. 1988. Geothermal solute equilibria, derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52, 2749-2765.

Fournier, R.O. 1973. Silica in Thermal Waters: Laboratory and Field Investigations. *Proceedings of the International Symposium on Hydrogeochemistry and Biochemistry*, Tokyo, Vol. 1, Clark Co., Washington D.C., 122-139.

Fournier, R.O. 1977. Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal Systems. *Geothermics*, 5, 41-50.

Fournier, R.O., Potter, R.W. 1982. A Revised and Expanded Silica (Quartz) Geothermometer. *Geoth. Res. Council Bull.*, 11-10, 3-12.

Özçelçi, F. 2019. Hidrojeokimyasal ve İzotopik Veriler Işığında Tokat-Niksar Çek-ayır Havzasındaki Suların Kökeni ve Kuzey Anadolu Transform Fay Sistemi ile İlişkisi, 5. Ulusal Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, 186-211. İstanbul.

Piper, A.M. 1944. A Graphic Procedure in Geochemical Interpretation of Water Analyses. *American Geophysical Union Transactions*, 25, 914-923.

Schoeller, H. 1967. *Geochemistry of groundwater. An international guide for research and practice*. UNESCO, 15, 1-1.

Truesdell, A.H., Fournier, R.O. 1977. Procedure for estimating the temperature of a hot water component in mixed water using a plot of dissolved silica vs. enthalpy. *U.S. Geological Survey Journal Research* 5: 49-52