AMİK HAVZASNDAKİ (HATAY) ÇÖZÜNMÜŞ VE SERBEST HALDEKİ GAZLARIN JEOKİMYASI VE TEKTONİK YAPI İLE İLİŞKİSİ

G.Yüce[1], F.Italiano[2], T.Yang[3], T.H. Yalçın[4], B.Rojay[5], V. Karabacak[6], A.H. Gülbay[7], D.U.Yasin[8], A. Özacar[9], W. D'Alessandro[10], S. Bellomo[11], L. Brusca[11], C.C.Fu[12], C.C.Lai[13]

[1] *Doçent Doktor, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir*
[2] *Doktor, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sez. Palermo, Via Ugo La Malfa, Italya*
[3] *Profesör, Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei Taiwan*
[4] *Doçent Doktor, Jeoloji Müh. Bölümü, Istanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, İstanbul*
[5] *Doçent Doktor, Jeoloji Müh. Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara*
[6] *Doçent Doktor, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir*
[7] *Yüksek Lisans Öğrencisi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir*
[8] *Araştırma Görevlisi Doktor, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir*
[9] *Yardımcı Doçent Doktor, Jeoloji Müh. Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara*
[10] *Doktor, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sez. Palermo, Via Ugo La Malfa, Italya*
[11] *Araştırmacı, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sez. Palermo, Via Ugo La Malfa, Italya*
[12] *Doktor, Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei Taiwan*
[13] *Araştırmacı, Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei Taiwan*
Email: galipyuce@gmail.com

ÖZET:

Türkiye'deki Amik havasından Ağustos 2012'de 22 adet gaz örneği alınmıştır. Bunlardan iki adedi doğrudan gaz çıkışından, biri termal sudaki gaz kabarcığından ve geride kalan örnekler de sıcaklığı 16 ile 43 ^{o}C arasında değişen sıcak ve soğuk yeraltı sularında çözünmüş gazlardan örneklenmiştir. Tüm gazların (He, H_2, O_2, N_2, CH_4 ve CO_2) kimyasal kompozisyonu ve He izotop kompozisyonu analiz edilmiştir. Çözünmüş gaz örneklerinde toplam çözünmüş karbonun karbon izotop kompozisyonu ile serbest gaz örneklerinin yüksek hidrokarbon değerleri ve hidrojen ve metan gazındaki dD ile metandaki d^{13}C değerleri belirlenmiştir. Örnekler içerdikleri gazların kimyasal kompozisyonlarına göre kabaca üç grupta incelenebilir. Çoğu çözünmüş gaz örnekleri kaynaklardan veya sığ derinlikteki kuyulardan alınmıştır. Bu örnekler başlıca atmosferik gazları ve belirli oranda H_2 ve CH_4 ile düşük konsantrasyonlarda CO_2 içermektedir. İkinci grup örnekler iki adet derin kuyudan alınmış olan çözünmüş gazları temsil etmektedir. Kompozisyonları metanca zengin tipik hidrokarbon rezervuarına sahiptir. Suyun kimyasal kompozisyonu Cl ve B'ca zengin, SO_4'ça fakir tipik tuzlu paleo-su özelliğindedir. Metandaki karbon izotop kompozisyonu abiyojenik kökeni ve He izotop kompozisyonu ise kabuksal kökeni gösterirken, derinden alınan bir örnekte az miktarda mantosal katkı izlenmektedir . Havzanın batı kesiminden yüzlek veren ofiyolitlerden iki farklı sahadan alınan dört gaz örneği son grubu oluşturmaktadır. Örnekler düşük sıcaklık serpantinleşme prosesi sonucu oluşan yüksek hidrojen ve metan içeriğiyle karakteristiktir. Elde edilen ilk sonuçlar, Amik Havzası boyunca manto kaynaklı gazların akışkana geçtiğini göstermesi açısından değerlidir. Amik Havzasını kesen ve sahadaki önemli tektonik yapı olan Ölü Deniz Fayı ve buna paralel diğer yapıların derin kökenli bu gazların yüzeye ulaşmasındaki temel sorumluluğa sahip olduğu öngörülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Gaz jeokimyası, Ölü Deniz fayı, Amik ovası.

1. GİRİŞ

Aktif tektonik hatların belirlenmesi, sismik aktivitenin izlenmesi ve jeotermal suların kökeninin ve tektonizmayla ilişkileri gibi konularda gaz jeokimyası çalışmalarının önemli bir yer aldığı; son yıllarda yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Kızıldenizden başlayarak, G-K yönünde yaklaşık 1000 km kateden sol yanal atımlı ÖDFZ Amik Ovasındaki uzantısına yönelik önemli çalışmalar (Rojay vd., 2001; Akyüz vd., 2006; Altunel vd., 2009; Karabacak vd., 2010,) gerçekleştirilmiş olmasına rağmen alüvyon örtü altında uzanan fayların uzantıları, başka aktif yapıların olup, olmadığı belirgin değildir.

Bu çalışmada ÖDF'nın Amik Ovasındaki devamlılığının Karasu Fayına kadar olan uzantısı, Karasu Fayının güneybatıya devamlılığı, Kırıkhan-Reyhanlı arasında bulunan sıcak su çıkışlarının aktif faylarla ilişkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Sıcak su çıkışlarının aktif faylarla ilişkisi, bu suların kökeninin ve soğuk yeraltı suları ile olan etkileşimi, bölgedeki sıcak su potansiyelinin değerlendirilmesi de yürütülen çalışmaların hedefleri arasındadır. Bu amaçla çalışmada, toprak içi ve yeraltı sularında gaz konsantrasyonları ölçümleri yapılarak, ÖDF'nın kuzey ucunda yer alan Amik Ovasındaki uzantısını ve buna paralel diğer yapıların varlığı da araştırılmaktadır.

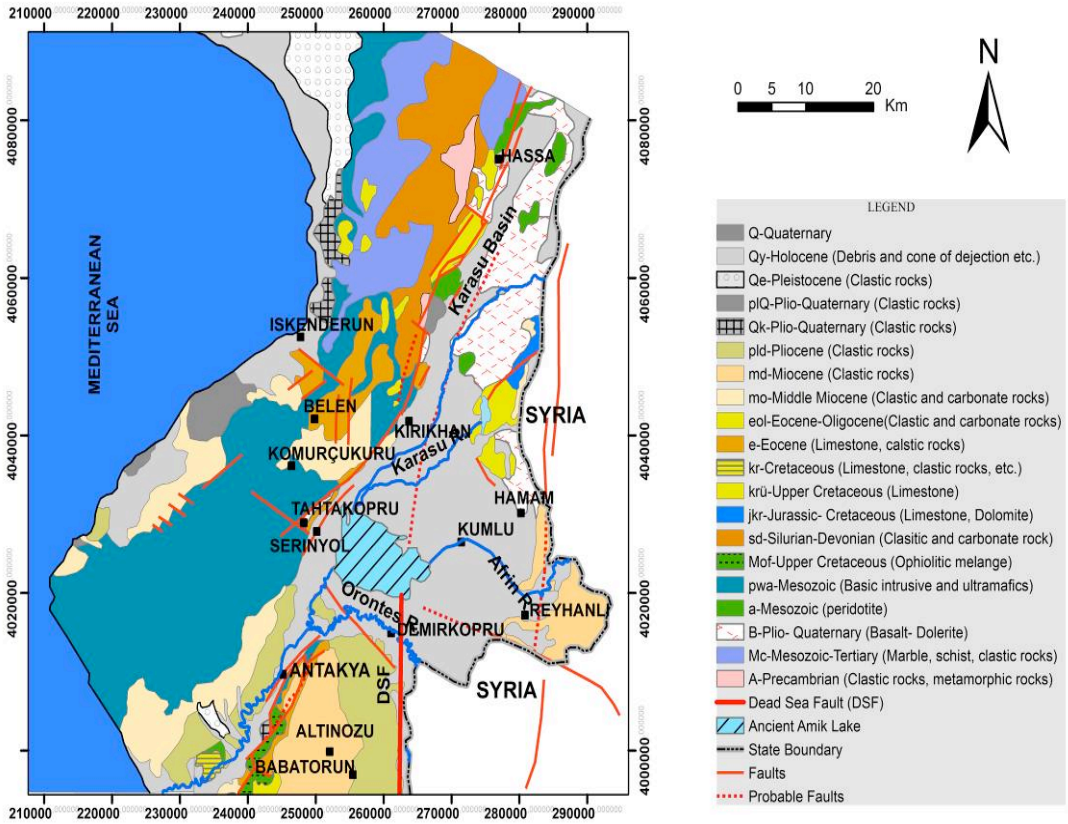
Yapılan çalışmaların ilk aşamasında elde edilen veri ve gözlemlere göre, Amik Havzası boyunca manto kaynaklı gazların akışkana geçtiği, Ölü Deniz Fayına paralel veya onu açısal olarak kesen bir takım kırıkların varlığı izlenmektedir.

2. JEOLOJİ

İnceleme alanı olarak seçilen Hatay grabeni kuzeyde Maraş, güneyde ise Antakya ili ile sınırlanır. İnceleme alanının ve dolayının derlenen bir jeolojik haritası Şekil 1'de gösterilmektedir. Pliyosen öncesi tüm birimler "temel kayaçlar" olarak tanımlanmış, Pliyosen istifleri ayrı bir birim olarak tanımlanmış, Kuvaterner birimleri ise volkanik kayaçlar, alüvyon yelpazeleri, alüvyon ve traverten olarak dört grupta incelenmiştir.Grabenin çevresi genellikle temel kayaçların oluşturduğu ve fayların yükselen bloklarında kalan topografik yükseltilerden oluşur. Grabenin batı kesimini oluşturan Amanos dağları Kambriyen-Eosen yaşlı kayaçlardan, doğusunu sınırlayan dağlar ise Kretase-Miyosen yaşlı birimlerden oluşur. İnceleme alanının güney kesiminde yeralan ve Baer Bassit'in devamı olan bölge ise Kretase yaşlı ofiyolitler ile Miyosen yaşlı kayaçlardan oluşur.

Pliyosen yaşlı kayaçlar genellikle karasal kırıntılılar ve gölsel birimlerden oluşur. nceleme alanı içinde kalan Pliyosen yaşlı birimlerden en yaygın olanı Amik ovası güneyi ve güneybatısında, morfolojik olarak düşük topografyada yüzeyleyen ve kabaca iki büyük mostradan oluşan istiftir. Kalınlığı yer yer 1300 metreye ulaşan (Perinçek ve Eren, 1990) Pliyosen istifi özellikle Amik ovası Kuvaterner alüvyonlarının altında geniş bir yayılıma sahiptir. Kuvaterner yaşlı volkanik kayaçlar genellikle bazaltik volkaniklerdir. İnceleme alanı ve çevresinde gözlenen bazaltlar üç bölgede yoğunlaşmaktadır. Bunlardan en yaygın dağılıma sahip olanı inceleme alanının orta kesimlerinde Karasu vadisi boyunca gözlenen ve Reyhanlı-Kırıkhan-Hassa-Fevzipaşa arasında yoğun olarak yüzeleyen mostralardır. Kuvaterner yaşlı aluvyonlar inceleme alanının yaygın birimlerinden biridir. Bu birimlerin önemli mostraları Antakya-Reyhanlı-Kırıkhan dolayında geniş alanlar kaplar.

Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazeleri, gerek inceleme alanında gerekse dolayında özellikle büyük fayların düşen bloğunda yaygın olarak gözlenen birimlerdir. İnceleme alanında özellikle Kırıkhan ve Fevzipaşa arasında, Karasu vadisinin batı kenarını denetleyen faylar boyunca yaygın dizili alüvyon yelpazesi gelişimi gözlenmiştir İnceleme alanının düşük kotlarında yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı havza dolgusu başlıca nehir ve göl çökellerinden oluşur. Arazi gözlemlerine göre bu birimler, Kuvaterner yaşlı volkanikler ile ara katkılı olup, yer yer bu volkanikler tarafından örtülmektedir (Rojay vd, 2001).



Şekil 1. ArcGIS 10.1 programı yardımı çizilen çalışma alanının jeoloji haritası.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

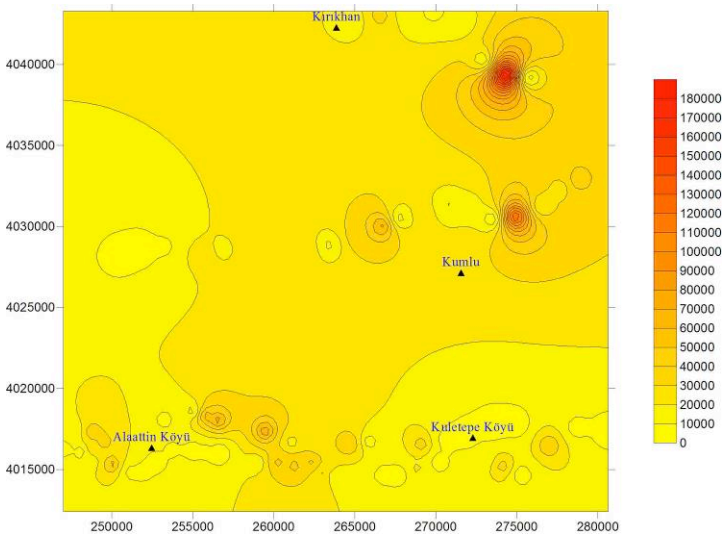
Çalışma kapsamında yer alan su ve gaz örnekleme noktaları Şekil 2'de verilmektedir. 22 adet gaz örneği alınarak, gazların (He, H_2, O_2, N_2, CH_4 ve CO_2) kimyasal kompozisyonu ve He izotop kompozisyonu analiz edilmiştir. Alınan örneklerden iki adedi doğrudan gaz çıkışından, biri termal sudaki gaz kabarcığından ve geride kalan örnekler ise yeraltısularından alınmıştır. Çözünmüş gaz örneklerinde toplam çözünmüş karbonun karbon izotop kompozisyonu ile serbest gaz örneklerinin yüksek hidrokarbon değerleri ve hidrojen ve metan gazındaki δD ile metandaki $\delta^{13}C$ değerleri belirlenmiştir. Gaz örneklerine ait analizler İtalya'da INGV labaratuarında yapılmıştır. Ayrıca 85 ayrı noktada toprak içi radon ve CO_2 gaz değerleri ölçülmüştür. Toprakta radon gazı GEORTM-2128 cihazı ile CO_2 gazı akım ölçümü ise West System ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

Suda çözünmüş gazlar ve serbest gazlar ölçüm noktaları CBS programı yardımıyla harita üzerine işlenerek, Çizelge halindeki veriler CBS ortamına aktarılmış ve jeoloji haritası ArcGIS 10.1 programı yardımı ile çizilmiştir (Şekil 1).

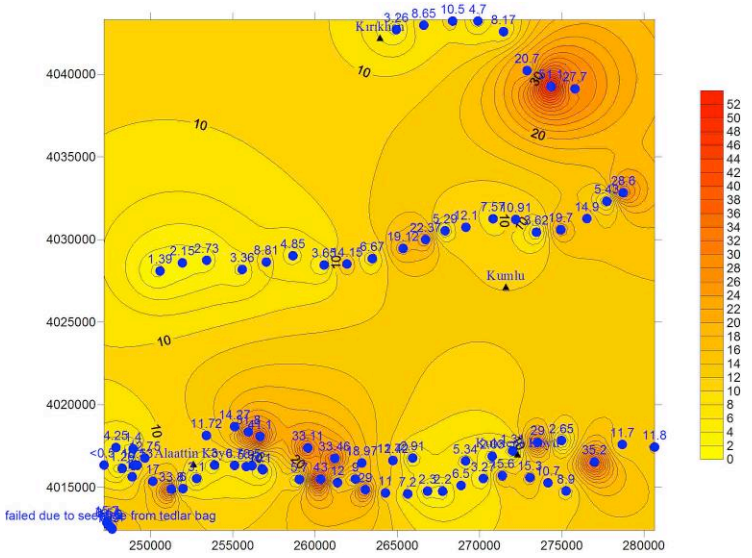
Şekil 2. Suda çözünmüş gazlar ve serbest gazlar örnekleme noktaları

4. GAZ JEOKİMYASI

Arazide yapılan toprak içi radon ve CO_2 gaz ölçümlerinden elde edilen ilk verilere göre CO_2'in radon için taşıyıcı gaz özelliğinde olduğu ve pik yapan yüksek değerlerin Ölü Deniz Fay Zonuna paralel veya onu açısal olarak kesen bir takım kırıkların olduğuna işaret etmektedir (Şekil 3). Söz konusu gaz çıkışlarının yöredeki deprem üreten aktif fay zonları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.



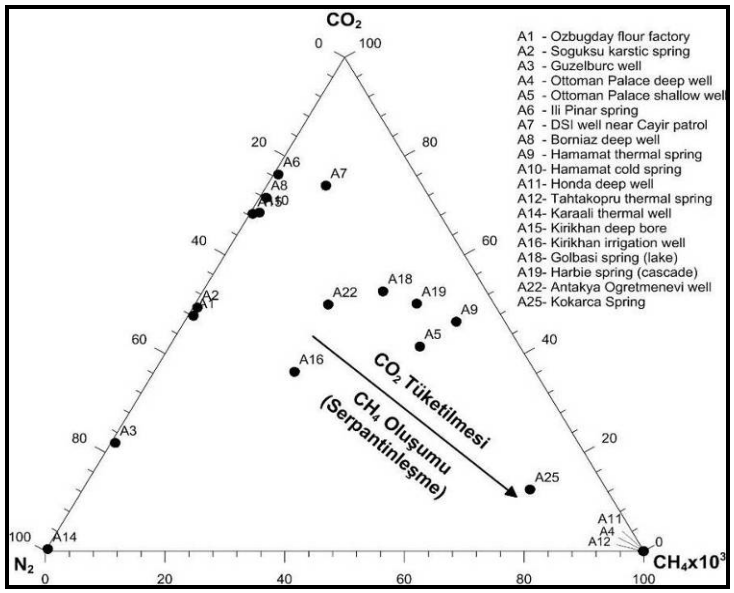
(a)



(b)

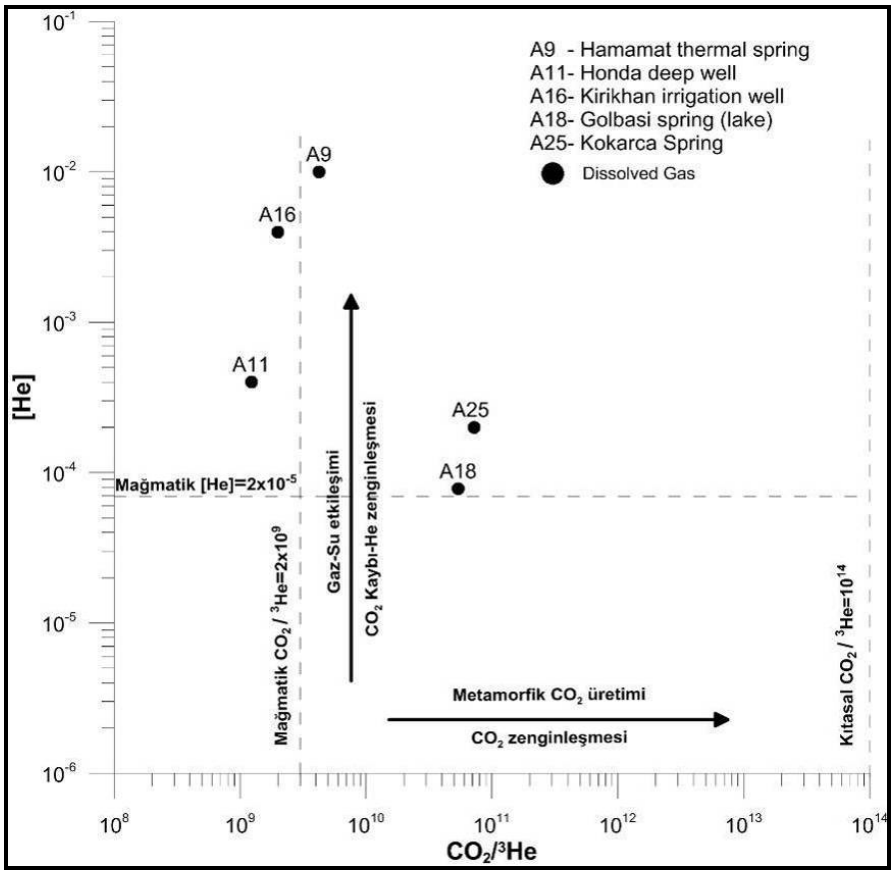
Şekil 3. Toprak içi CO_2 (ppm) (a) ve radon gazı dağılımı (b)

Sığ kuyularda atmosferik karışım söz konusudur. Karbonatlardan (kireçtaşlarından) ötürü CO_2 zenginleşmesi söz konusudur (Şekil 4).



Şekil 4. CH_4-N_2-CO_2 grafiği

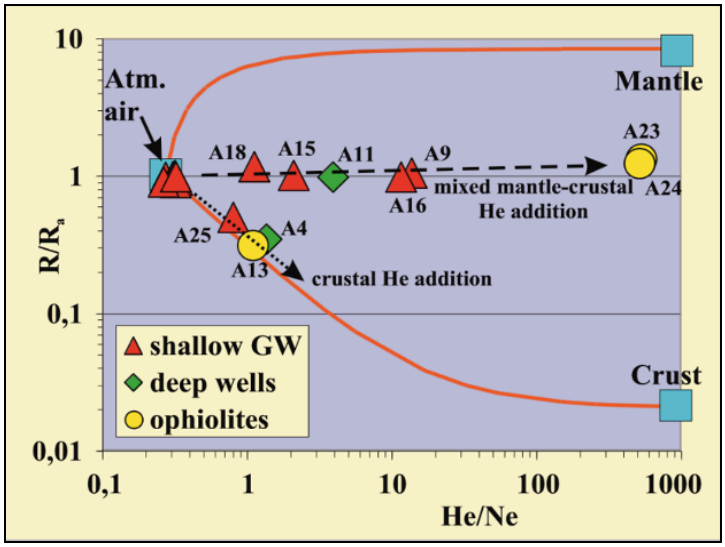
$CO_2/^3He$'e karşı He]konsantrasyonu grafiği çizildiğinde (Şekil 5) A18 ve A25 örnekleri dışında pozitif korelasyon görülmektedir. Yüksek $CO_2/^3He$ oranları (A18 ve A25 örneklerinde) ekstra bir CO_2 girdisini göstermektedir. CO_2 ikincil reaksiyonlar ile (karbonatlı kayaçların çözünmesi gibi) veya tabakalar arasına sokulmuş magmatik kayaçlar tarafından termal enerjinin açığa çıkması ile metamorfik kökenli CO_2 oluşabilir (Italiano vd, 2013).



Şekil 5. $CO_2/^3$He-He grafiği

Toplam çözünmüş karbon izotop analizlerine göre hemen tümü organik kökenlidir. $\delta^{13}C$ verilerine göre yeraltısuyu örneklerinin Hamamat sıcaksu kaynağı hariç, hemen hepsi organik CO_2 ile karbonat çözünmesinden gelen CO_2 karışımını gösterirken, A9 nolu Hamamat kaynağı derin kökenli tipik $\delta^{13}C$ verisini göstermektedir. Biyolojik köken ile karbonatlardan gelen CO_2'in karışımı olabilir. CO_2 bakımdan zengin olan örneklerde küçük ancak önemli sayılabilecek mantosal katkıya rastlanmıştır. Bu CO_2'çe zengin örneklerin ^{3}He değerindeki artış da bunu doğrulamaktadır. Bu durumda olan üç örnekde de küçük bir miktar mantosal katkı saptanmıştır. Söz konusu örnekler havzanın kuzey kesiminde ana tektonik yapının havzayı sınırladığı ve Kuvaterner'deki volkanik aktiviteye yakın bir alandan toplanmıştır.

Örneklerin helyum izotop oranlarına bakıldığına bazı örneklerin doğrudan hava ile kirlendiği görülürken çoğu örneklerin bunun dışında kaldığı ve mantosal katkı ile kabuksal katkı aralığında değiştiği izlenmektedir. Kurtbağ gaz örneklerinde manto kaynaklı helyum katkısı diğerlerine göre (helyum gaz fazında bulunduğunda sudaki çözünürlüğü çok düşük olduğundan) daha yüksektir. Amik Ovası'nın doğu kesiminde alınan örneklerde mantosal helyum katkısının daha yüksek olduğu söylenebilir. A11 nolu derin kuyudan alınan su örneğinde mantosal helyum katkısı A4 nolu örneğe göre nispeten daha yüksektir. A4 pompajla çekildiğinden dolayı kabuksal kirlilikten ötürü helyum katkısının düşük çıktığı düşünülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. $^{3}He/^{4}He$-He/Ne grafiği

İkinci grup örnekler ise iki adet derin (> 1200 m) kuyudan alınmış olan çözünmüş gazları temsil etmektedir. Bunların kompozisyonları metanca zengin (CH_4> 78 %) tipik bir hidrokarbon rezervuarına sahiptir (N_2> 13%). Havzanın batı kesiminden yüzlek veren ofiyolitlerden iki farklı sahadan alınan dört adet gaz örneği de son grubu oluşturmaktadır. Bu gaz örnekleri düşük sıcaklık serpantinleşme prosesi sonucu oluşan yüksek hidrojen (%37 – 50) ve metan (%10 – 61) içeriği ile karakteristiktir (Yüce vd, 2013).

5. SONUÇLAR

Örnekler içerdikleri gaz kompozisyonlarına göre üç gruba ayrılmıştır. İlk grup başlıca atmosferik gazları ve belirli oranda H_2 (< 80 ppm) ve CH_4 (1 – 2700 ppm) ile düşük konsatnrasyonlarda CO_2 (0.5 – 11.2 %) içermektedir. İkinci grup örnekler kompozisyonları metanca zengin tipik hidrokarbon rezervuarına sahiptir. Metandaki karbon izotop kompozisyonu abiyojenik kökeni ve He izotop kompozisyonu ise kabuksal kökeni gösterirken, derinden alınan bir örnekte az miktarda mantosal katkı izlenmektedir. Üçüncü gruptaki örnekler ise düşük sıcaklıkta serpantinleşme prosesi sonucu oluşan yüksek hidrojen ve metan içeriği ile karakterize edilmektedir.

Arazide yapılan toprak içi radon ve CO_2 gaz ölçümlerinden elde edilen ilk verilere göre CO_2'in radon için taşıyıcı gaz özelliğinde olduğu ve pik yapan yüksek değerlerin Ölü Deniz Fay Zonuna paralel veya onu açısal olarak kesen bir takım kırıkların varlığına işaret etmektedir.

Elde edilen ilk sonuçlara gore, Amik Havzası boyunca manto kaynaklı gazların akışkana geçtiği görülmektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK 111Y090 nolu proje tarafından desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

Akyuz, S. H., Altunel E., Karabacak V., Yalcıner C. Ç. (2006). Historical earthquake activity of mothern part of the Dead Sea Fault Zone, southern Turkey, Science Direct, *Tectonophysics*, 426, 281-293.

Altunel, E., Meghraoi M., Karabacak V., Akyuz S. H., Ferry M., Yalcıner Ç., Munschy M. (2009). Archaeological sites (Tell and Road) ofset by the Dead Sea Fault in the Amik Basin, Southern Turkey, *Geophysical Journal International*, 179, 1313-1329c.

Italiano, F., Şaşmaz, A., Yüce, G., Okan, O. O. (2013). Thermal fluids along the East Anatolian Fault Zone (EAFZ): Geochemical features and relationships with the tectonic setting, *Chemical Geology*, V: 339, 103–114

Karabacak, V., Altunel E., Meghraoui M., Akyuz H. S. (2010). Field evidences from nothern Ded Sea Fult Zone (South Turkey): New findings fort he initiation age and slip rate, *Tectonophysics*, 480, 172-182.

Perinçek, D. and Eren A.G. (1990). Doğrultu atımlıı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonlari etki alanında gelişen Amik havzasının kökeni. *Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildiri Kitabi*, 180-192.

Rojay, B., Heimann, A., ve Toprak, V., (2001). Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault zone (Anatolia, Turkey): The transistion zone between the Dead Sea transform and the East Anatolian fault zone, *Geodinamica Acta*, 14, 197-212.

Yüce, G., Italiano, F., Yang, T., Yalçın, T.H., Rojay, B., Karabacak, V., Gülbay, A. H., Yasin, D.U., Ozacar, A, D'Alessandro, W., Bellomo, S., Brusca, L., Fu, C.C., Lai, C.C. (2013). Geochemistry of free and dissolved gases in the Amik basin area (Turkey) and its relationships with the tectonic setting, EGU General Assembly 2013, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 15, EGU-2013-12441-1, Vienna, Austria.