

TEKTONİK YAPISI VE STRATİGRAFİSİ İŞİĞINDA GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNİN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

M.Şefik İMAMOĞLU

Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü Genel Jeoloji Anabilim Dalı
sefikimamoglu@gmail.com

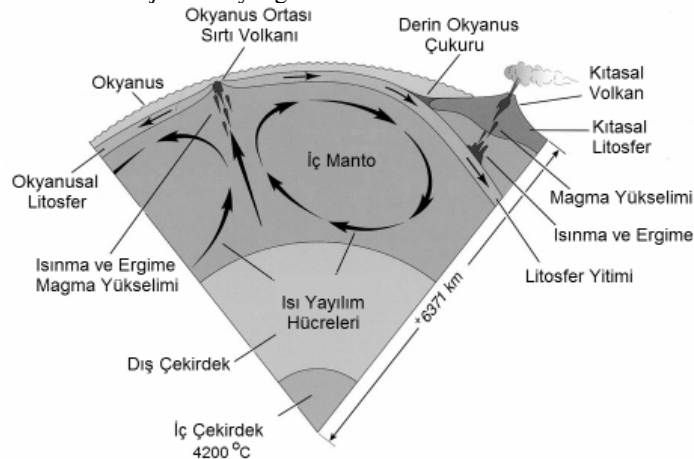
ÖZET

Güneydoğu Anadolu Bölgesi tektonik yapısı ve stratigrafisi itibariyle jeotermal enerji için gerekli hazne kaya ve örtü kaya özelliklerine sahip olmasının yanında, bölgede oluşan fay sistemleri ve özellikle gerilme çatlakları boyunca yerin derinliklerine kadar inen sular jeotermal enerji için gerekli akışkanın oluşmasını sağlayabilecek konumdadır. Bölgede bulunan termal kaynaklar, genellikle kuzey-kuzeydoğu doğrultulu gerilme çatlakları boyunca meydana gelmiştir. Bu nedenle kuzeydoğu doğrultulu gerilme çatlakları potansiyel kırıklar olarak incelenebilir. Bölgedeki gerilme çatlakları boyunca yeryüzüne çıkan bazaltik lav akıntılarının çıkış merkezleri ve yeryüzüne kadar çıkamayan bazaltik sokulumlar çevresinde ısı gradyanı belirli bir düzeyin üzerinde bulunmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan jeotermal kaynaklar bölge geneline gerilme çatlakları üzerinde yayılmış olup, düşük - orta entalpili bir seviyeye sahiptirler. Bu halleriyle seracılıkta, konut ısıtılmasında ve jeotermal turizmde kullanılabilir. Bütün bu özelliklere göre bölgenin iyi bir jeotermal potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

1. GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin jeotermal enerji potansiyeline geçmeden önce, jeotermal potansiyelin oluşabilmesi için gereken koşullara kısaca göz atmakta yarar görülmektedir. Jeotermal enerji kısaca jeo-yer ve termal-ısı kelimelerinden oluşmuş yer ısısı olup, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanmaktadır. Yer kabuğunun altında yer alan astenosfer tabakasında bulunan uranyum, toryum ve potasyum gibi radyoaktif maddelerin bozuşması sonucu oluşan ısı, jeotermal enerjinin kaynağını

oluşturmaktadır. Astenosferde bu ısı odakları ve çevresinde oluşan konveksiyon akımlarının etkisiyle, yerkabuğunda çeşitli hareketler meydana gelmektedir. Bu hareketler sonucu yer kabuğu kırılmakta ve yükselen magma ile yeni kabuk oluşmaktadır. Oluşan yeni kabuğun hareketi sonunda, zayıflık zonlarında kabuk kırılmakta ve özgül ağırlığı fazla olan kesim, diğerinin altına dalmaktadır. Dalan bölümün derinlerde erimesi ile yüzeye doğru yükselen magma zayıf kesimlerden yer yüzüne çıkarak volkanları meydana getirmektedir. Yükselen magma jeotermal enerji için mükemmel bir ısı kaynağı oluşturmaktadır (Şekil 1).

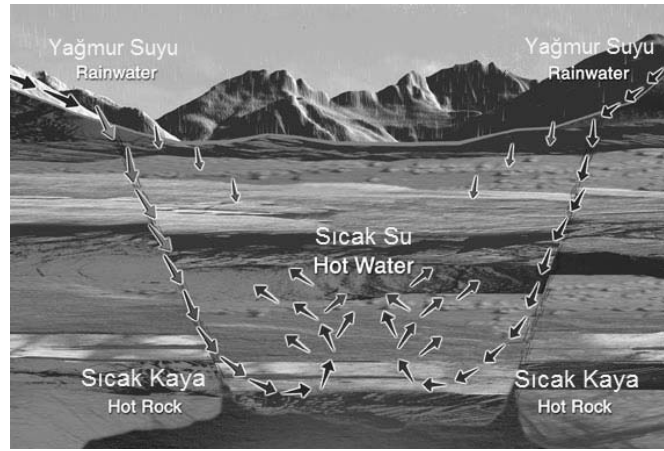


Şekil 1. Jeotermal sistemlerin oluşum mekanizması

Jeotermal sistemlerin oluşabilmesi için, ısı kaynağı, rezervuar ve ısıyı taşıyan ana unsur gerekmektedir (Şekil 2). Isı kaynağı yüksek sıcaklıklı ve yüzeye yakın kısımlara ulaşabilen magmatik sokulumlar ($>600^{\circ}\text{C}$, 5-10 km) olabileceği gibi, düşük sıcaklıklı sistemlerde de derinlikle artan normal sıcaklık olabilir (jeotermik gradyan –derine inildikçe ortalama $2,5-3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$). Isınan sıvının içinde dolaşabileceği çatlaklı geçirgen kayalardan oluşan bir rezervuar. Rezervuarlar petrol kapanları gibi genellikle geçirimsiz tabakalarla örtülmektedirler. Yani iyi rezervuarların oluşabilmesi için geçirgen ve geçirgen olmayan birimlerin aralanması

gerekmektedir. Rezervuarı dolduran jeotermal akışkan ise genellikle meteorik su olup, rezervuar içinde sıcaklık ve basınca bağlı olarak buhar veya sıvı halde bulunur. İdeal bir jeotermal sistemin şematik görünümü aşağıda verilmiştir (Şekil 2).

Bu sistemde orta kesimde ısınan su yükselir, buna karşın kenarlardan gelen soğuk su ile yer değiştirir ve burada bir konveksiyonel bir akım meydana gelir. Soğuk su ısımı sürekli yükselen suyun yerini alır. Jeotermal sistem unsurları içerisinde sadece ısıtıcı kaynak doğaldır. Diğerleri sisteme sonradan eklenebilir.



Şekil 2. İdeal bir jeotermal sistemin şematik gösterimi.

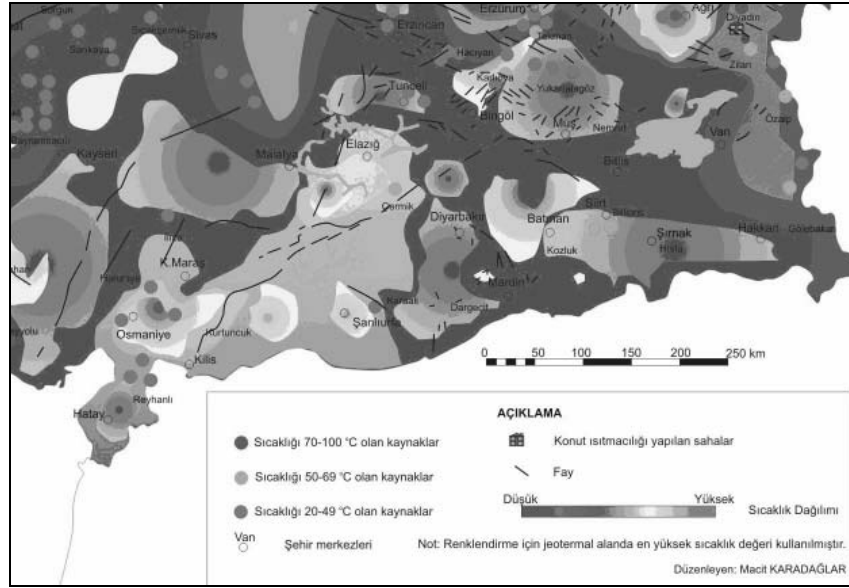
Jeotermal sistemler çok değişken jeolojik, fiziksel ve kimyasal karakteristiğın kombinasyonuna bağlı olarak oluşurlar. Bu nedenle modellemede yüksek sıcaklığa bağlı olarak çok disiplinli ve geniş çaplı bir çalışma gerekmektedir.

Bütün bu veriler ışığında bögenin jeolojik ve tektonik yapısı gözden geçirilecektir. Bölgede var olan sıcak su kaynakları tek tek yerine konarak tektonik yapı içindeki konumları değerlendirilecektir.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi 1.jeolojik zamandan günümüze kadar değişen yaşlarda ve bölge genelinde geniş yayılım gösteren pek çok stratigrafik birim içermektedir. Bu birimlerin çoğu bölge genelinde yayılım gösterirken bir kısmı da lokal olarak yüzeylenmektedir. Bölgede yayılım gösteren bu birimlerin bir kısmı iyi porozite (gözeneklilik) ve permeabilite (geçirgenlik) gösteren karbonatlardan – kireçtaşlarından, kumtaşları ve çakıltaşlarından

oluşmakta iken ; bir kısmı da düzenli bir yayılım gösteren, geçirgen olmayan kıltaşı marn düzeylerinden oluşmaktadır. Bunlar da çok iyi hazne kaya ve kapan kaya özelliği göstermektedir. Bölge tektoniğinin etkisinde kalan bu birimler beraber kıvrımlanarak, çok güzel antiklinal ve senklinaler oluşturmaktadırlar. Bu nedenle petrol ve jeotermal akışkanlar için mükemmel kapanlar meydana gelmiştir. Bölge genelinde kuzey-güney yönlü sıkışmanın etkisiyle yer kabuğu doğu-batı yönünde bir gerilmeye tabi olmuş ve oluşan gerilme çatlakları boyunca astenosferden olivinli bazaltik magma yükselmiştir. Diyarbakır-Şanlıurfa-Mardin arasında kalan Karacadağ bölgesinde, Gaziantep Yavuzeli yöresinde ve İdil-Cizre yöresinde yüzeye kadar çıkan bazaltik magma birkaç evre halinde akarak geniş alanları lav akıntıları altında bırakmıştır. Batman'ın kuzeyinde olduğu gibi, yeryüzüne ulaşmayan magma birkaç yerde sokulumlar yaparak sıcak alanlar meydana getirmiştir. Bu durum MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan, bölgenin ısı akısı haritasında açıkça görülmektedir (Şekil 3).

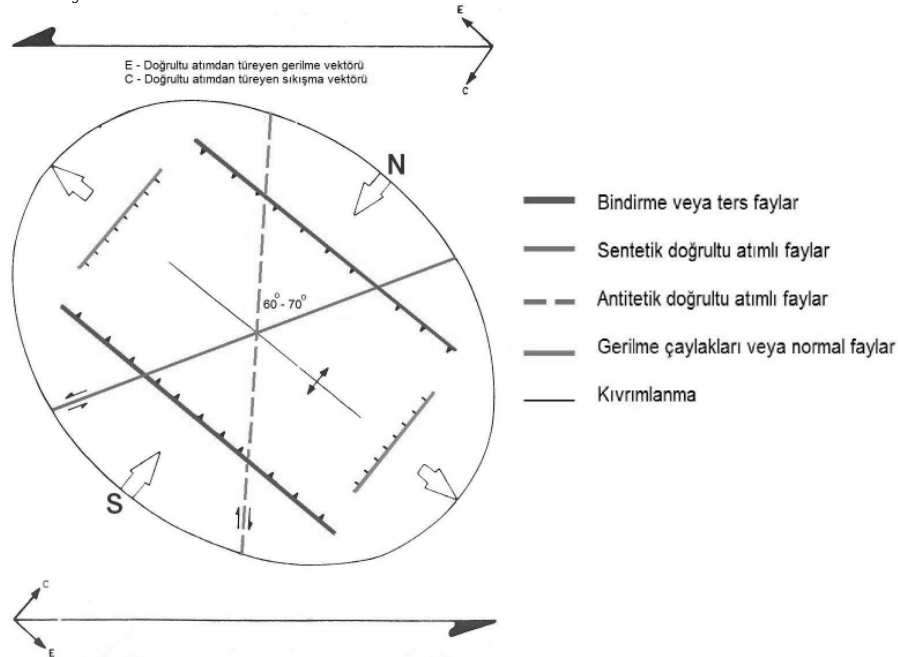


Şekil 3 .Güneydoğu Anadolu Bölgesinin termal gradyan haritası ve jeotermal kaynakların dağılışı (MTA haritasından düzenlenerek alınmıştır)

3. TEKTONİK

Güneydoğu anadolu bölgesini etkileyen önemli tektonik yapıları aşağıda kısaca değinilecektir. Afrika Plakasını çevreleyen okyanus ortası sirtlarının ıraksayan levha sınırlarındaki hareket ve Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle Arap Plakası Afrika plakası ile beraber kuzeye doğru kayarak Afrika-Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yakınsamalarına ve birbirlerini

sıkıştırmalarına neden olmuştur. Bunun sonucu olarak Arabistan levhası, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) veya Güneydoğu Anadolu Bindirmesi boyunca Avrasya plakasının altına dalarak çarpışmışlardır (Şengör, 1980). Günümüzde de devam eden bu sıkışma sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve kuzey kesiminde Kuzey-Güney yönlü sıkışmanın özelliğini gösteren bir fay sistemi gelişmiştir (Şekil 4).

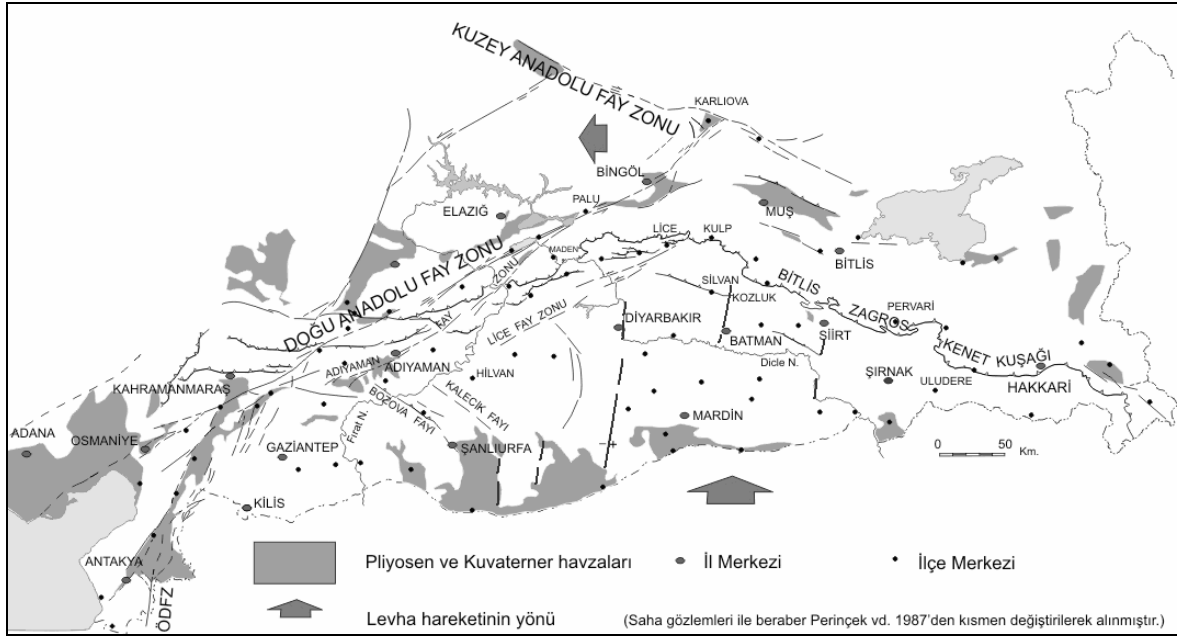


Şekil 4. Sol yönlü doğrultu atım sisteminden türeyen ana kırılma ve kıvrımlanmaların tür ve doğrultu ilişkileri (Harding 1974'ten kısmen değiştirilerek, Bingöl den)

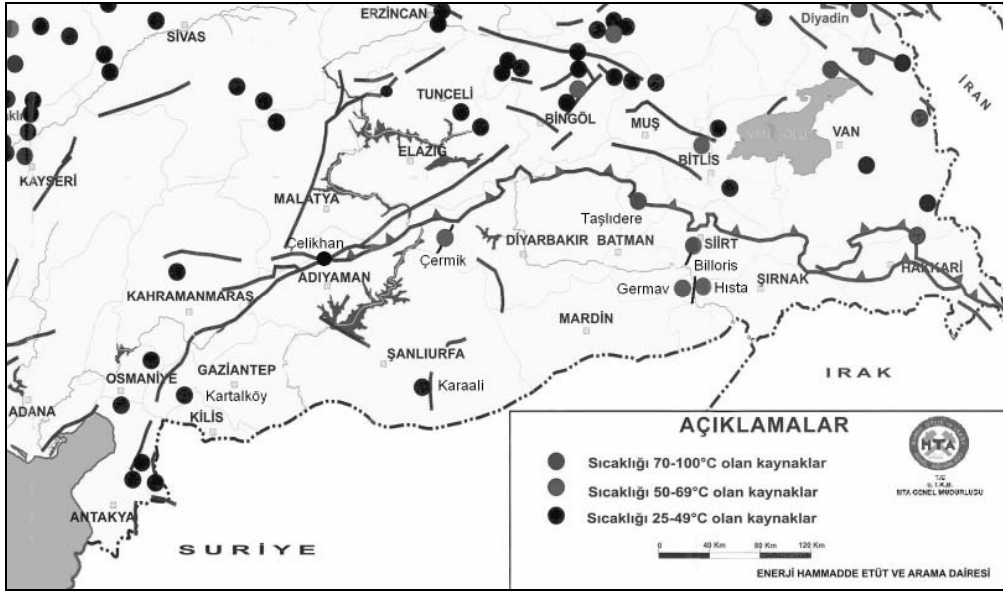
Bu fay sistemi içinde bindirme fayları, makaslama fayları, normal faylar ve büyük açılma çatlakları gelişmiştir. Bölgeyi etkileyen bu fayların en büyükleri sol yönlü Doğu Anadolu Fay Zonu ve Bitlis Zagros Kenet Kuşağı adı verilen bindirme karakterli faylardır. Lice Fay Zonu, Adıyaman Fay Zonu, Bozova ve Kalecik fayları gibi Bölgedeki bütün kırık hatlar bu sisteme bağlı olarak gelişmiş faylardır. Doğu-batı gidişli faylar tamamen ters fay veya bindirme karakterli faylardır. Kuzey-güney gidişli faylar da normal eğim atımlı faylar veya açılma çatlakları (gerilme çatlakları) şeklinde gözlenmektedir (Şekil5).

Açılma çatlakları veya normal faylar, çok derinlere kadar devam ettiklerinden, bölgede jeotermal

kaynaklar açısından en önemli faylardır. Bu güne kadar bölgede tespit edilen bütün jeotermal kaynaklar yaklaşık K 5-10° D doğrultulu gerilme çatlakları ve kuzeydoğu doğrultulu verev gerilme çatlakları üzerinde gelişmişlerdir (Şekil 6). Bölgede Gaziantep - Kartalköy, Adıyaman - Çelikhan - Tilek, Rötükan, Bistikan ve Bigar, Şanlıurfa - Karaali, Diyarbakır -Çermik, Batman - Taşlıdere, Siirt - Billoris, Şırnak - Hısta, Besta Meryem, Nasrafan ve Zümrütdağ ve Mardin - Dargeçit - Germav'da bulunan termal kaynakların tümü, bu gerilme çatlakları boyunca yüzeye çıkan jeotermal kaynaklardır.



Şekil 5. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan önemli tektonik hatlar



Şekil 6. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde jeotermal kaynakların dağılımı

4. SONUÇ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi stratigrafik yapısı itibarıyla jeotermal enerji için gerekli hazne kaya ve örtü kaya özelliklerine sahip birkaç seviye oluşturmaktadır.

Bölgenin tektonik konumu sonucu oluşan fay sistemleri, özellikle gerilme çatlakları boyunca yerin derinliklerine kadar inen sular jeotermal enerji için gerekli akışkanın oluşmasını sağlayabilecek konumdadır.

Isınan suların yüzeye çıkışı ise genellikle kuzey-kuzeydoğu doğrultulu gerilme çatlakları boyunca meydana gelmiştir. Bölgedeki jeotermal kaynakların konumu bu durumu açıkça göstermektedir. Bu nedenle kuzeydoğu doğrultulu gerilme çatlakları potansiyel kırıklar olarak incelenebilir.

Bölgedeki gerilme çatlakları boyunca yeryüzüne çıkan bazaltik lav akıntılarının çıkış merkezleri ve yeryüzüne kadar çıkamayan bazaltik sokulumlar çevresinde ısı gradyanı belirli bir düzeyin üzerinde bulunmaktadır.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan jeotermal kaynaklar bölge geneline yayılmış olup, düşük - orta entalpili bir seviyeye sahiptir. Bu haliyle seracılıkta, konut ısıtılmasında ve jeotermal turizmde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Bingöl, E. 1986, Doğrultu Atım Sorunu ve Jeolojisi, 38
2. Jeotermal Enerji Hizmet İçi Eğitim Seminer Notları, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, 2000
3. Koçak, A., Türkiye’de Jeotermal Enerji Armaları ve Potansiyeli, Türkiye 8. Enerji Kongresi, Cilt 2
4. Sayfa: 109-124, Ankara, 2000
5. Türkiye Jeotermal Envanteri, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, 1996
6. Türkiye’de Jeotermal Enerji, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeoterma/1/10jeotermal_enerji.html , Mayıs 2009
7. Haritalar, MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=haritalar , Mayıs 2009
8. Geothermal Energy, The University of Utah, May 2001, 8 p
9. Arpat, E. ve Şaroğlu, F. (1972) Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler, *MTA dergisi*, 78, 44-50.
10. Arpat, E. ve Şaroğlu, F. (1975) Türkiye’deki bazı önemli genç tektonik olaylar, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 18, 1, 91-101.
11. Eyidoğan, H. (1983). Bitlis-Zagros kıtasal çarpışma kuşağı boyunca etkin sığ deformasyonlar ve depremler arasındaki

ilişkiler, *Deprem Araştırma Bülteni*, 43, 63-99.

12. İmamoğlu, M. Ş. (1993). “Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı’nın Neotektonik İncelemesi.”Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
13. İmamoğlu, M.Ş. (1996) Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 11, 176-184.
14. Mc Kenzie, D. P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean Region. *Geophysics J. R. Astr. Soc.*, 30, 109-185.
15. Mc Kenzie, D. P. (1976). The East Anatolian Fault, a major structure in Eastern Turkey. *Earth and Planetary Sciences*, 29, 189-193.
16. Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H. (1987) Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 89-103.
17. Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. (1987) Türkiye’nin diri fayları ve depremsellikleri, *MTA Derleme No:8174*, 394.
18. Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. (1992a) *Türkiye Diri Fay Haritası*, MTA yayını, Ankara.
19. Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. (1992b). The East Anatolian Fault Zone of Turkey. *Annal. Tecn.*, 6, 99-125.
20. Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1981) Tethyan evolution of Turkey a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.