

12.11.2017 (M=7.3) Güney Halepçe depremi (İran-Irak sınırı) bilgi notu

Gürol Seyitoğlu¹, Korhan Esat¹, Bülent Kaypak², Moosareza Toori³

¹Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Gölbaşı, Ankara

²Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Gölbaşı, Ankara

³Arazi, 4th Section, 21st Street, No 123, Zanjan, İran

12.11.2017 tarihinde (18:18.17 UTC), dış-merkez üssü İran-Irak sınırında olmakla beraber İran topraklarında yer alan 34.886K, 45.941D koordinatlarında, büyüklüğü 7.3, derinliği 23.2 km ve odak mekanizması çözümü bindirme karakterinde olan, Güney Halepçe depremi meydana gelmiştir (USGS: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us2000bmcg#executive>).

Bu deprem Arap levhası ile Avrasya levhasının Geç Maastrichtiyen-Erken Eosen'de (yaklaşık 60-54 Milyon yıl önce) çarpışması ve günümüze kadar devam eden kıtalararası yakınlaşmanın bir sonucu olarak meydana gelmiştir (Şekil 1) (Hall 1976; Şengör ve Kidd 1979; Şengör ve Yılmaz 1981; Şaroğlu ve Güner 1981; Aktaş ve Robertson 1984; Şengör vd. 1985; Yılmaz 1993; Berberian 1995; Allen vd. 2004; Reilinger vd. 2006; Hatzfeld vd. 2010; Agard vd. 2011; Robertson vd. 2016; Aktuğ vd. 2016; Seyitoğlu vd. 2017a).

12.11.2017 Güney Halepçe depremi Arap ve Avrasya levhalarının arasındaki çarpışmayı temsil eden Bitlis-Zagros kenet zonunun ön-ülkesinde (foreland) meydana gelmiştir. Bu alandaki tektonik yapının ayrıntısı Berberian (1995) tarafından tanımlanmış ve ana taban bindirmesinin varlığı önerilmiştir. Ana taban bindirmesi tektonik kama yapısının esas unsurlarından biridir (Şekil 2). Yakın zamanda Güneydoğu Anadolu Kaması bir neotektonik yapı olarak Güney Türkiye, Kuzey Irak ve Suriye'de tanımlanmış olup, kamanın incelen güney ucunu Sincar-Kerkük kör bindirme zonu oluşturur (Seyitoğlu vd. 2017a) (Şekil 3). Bu zon güneydoğuya doğru devam ettirildiğinde 12.11.2017 Güney Halepçe depreminin bölgede Berberian (1995) tarafından tanımlanan en altta düşük açılı bir taban bindirmesi ve ondan ayrılan bindirme ve kör bindirme fayları bulunduran Güneydoğu Anadolu Kaması benzeri bir yapı içinde geliştiğini söylemek mümkündür (Şekil 4). Depremin odak mekanizması da düşük açılı bir bindirme fayını işaret etmektedir (Şekil 1).

12.11.2017 Güney Halepçe depremi, 1900 yılından günümüze kadar, Bitlis-Zagros kenet kuşağının İran-Irak kesimi içerisinde meydana gelen en büyük deprem olarak kayıtlara geçmiştir. Depremin merkez üssünde, en büyük şiddet değeri $I_0=IX$ olarak belirlenmiştir. Türkiye sınırlarına yaklaşık 290 km uzaklıkta olmasına rağmen Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki tüm yerleşim birimlerinde bu depremin etkisi hissedilmiştir.

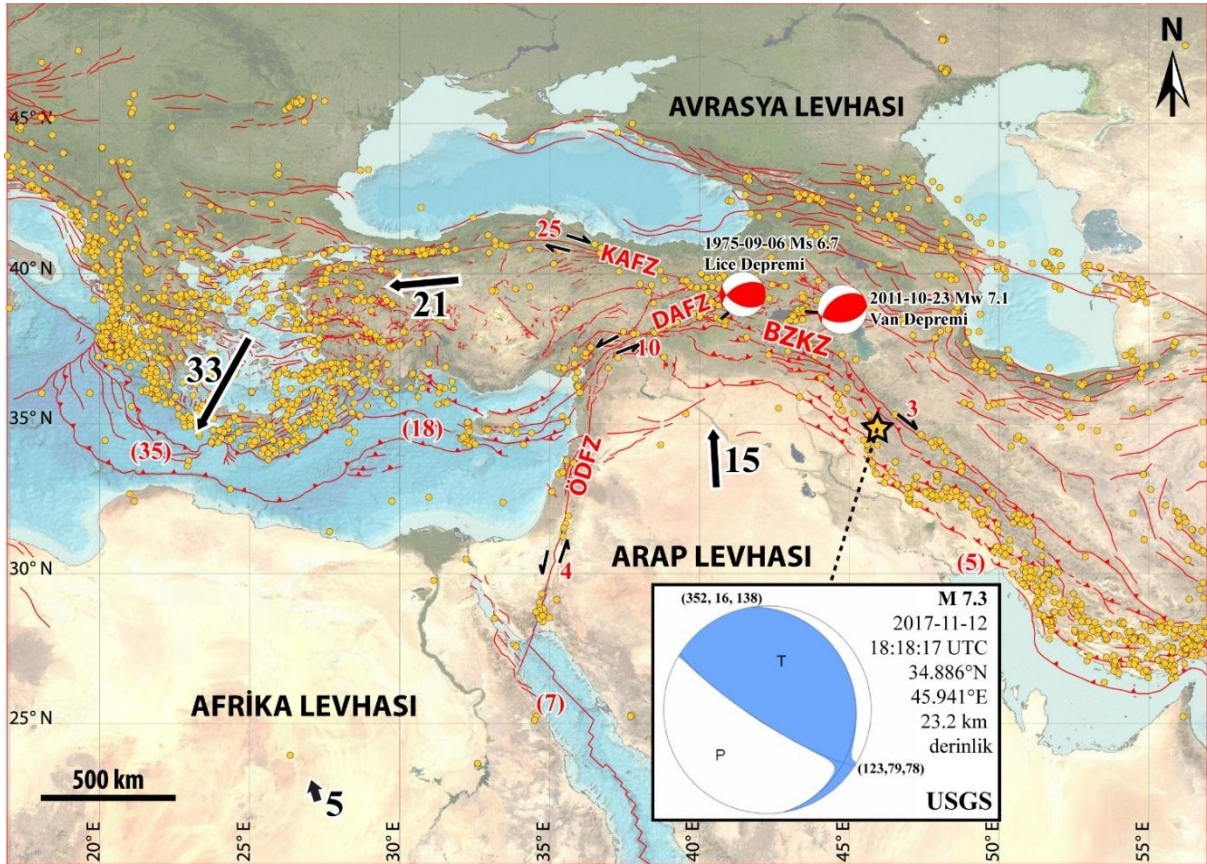
12.11.2017 (M=7.3) Güney Halepçe depreminin 06.09.1975 (M=6.7) Lice depremi ve 23.10.2011 (M=7.1) Van depremi ile tektonik konum açısından karşılaştırılması

Odak mekanizması çözümlerinin bindirme faylarını işaret etmesi ve Arap / Avrasya levhaları arasında kıtalararası yakınlaşmanın ürünü olmaları gibi ortak paydaya sahip olan bu üç depremin tektonik konumları itibarı ile birbirleri ile olan benzerlik ve aykırılıkları aşağıda kısaca özetlenmektedir.

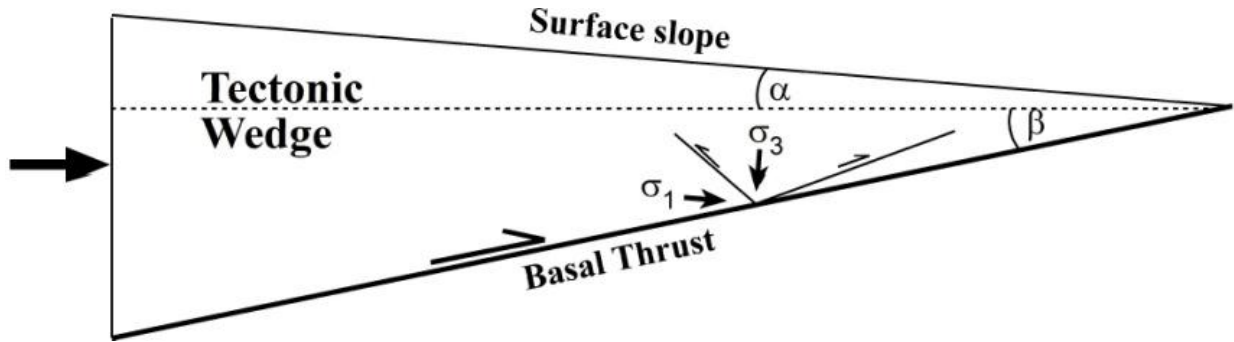
12.11.2017 Güney Halepçe depreminin dış merkez konumu bu sismik aktivitenin Bitlis-Zagros kenet zonunun ön-ülkesinde (foreland) geliştiğini göstermektedir. Benzer şekilde 06.09.1975 Lice

depreminin (M=6.7) de Bitlis-Zagros kenet zonunun ön-ülkesinde Ergani-Silvan kör bindirmesi ile ilişkili olması gerektiği gösterilmiştir (Seyitoğlu vd. 2017a).

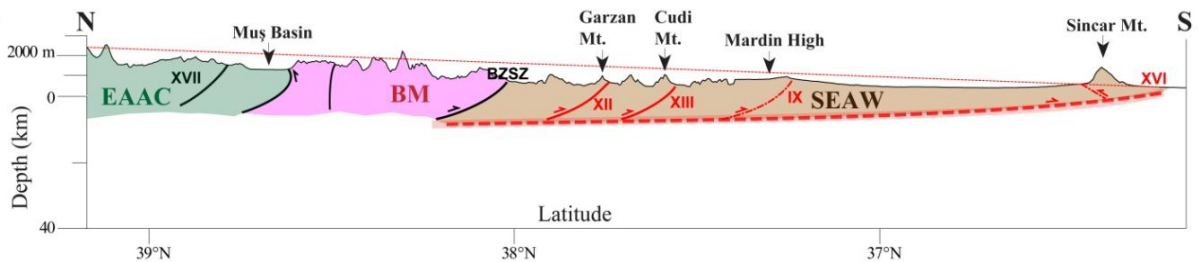
23.10.2011 Van depremi (M=7.1) ise Bitlis-Zagros kenet zonunun ard-ülkesinde (hinterland) Türk-İran platosunun iç deformasyonu ile ilgilidir. Erçiş-Razi Fayı, Başkale-Hoy Fayı, Bitlis-Bahçesaray Fayı ve Güroymak-Malazgirt Fayı gibi doğrultu atımlı faylar tarafından çevrelenen eşkenar dörtgen-benzeri Van hücrelerinin (Seyitoğlu vd. 2017b; 2018) orta bölümünde Van Bindirme Fayına bağlı gelişen 23.10.2011 Van depremi tektonik konum itibarı ile hem 12.11.2017 Güney Halepçe depreminden hem de 06.09.1975 Lice depreminden farklılık göstermektedir.



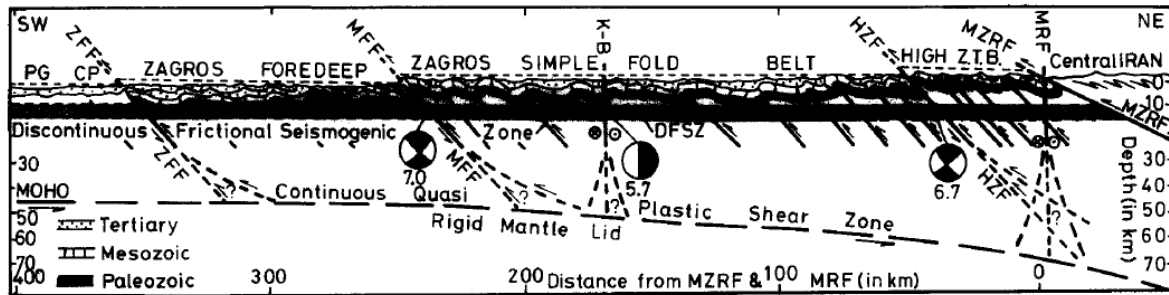
Şekil 1: Doğu Akdeniz bölgesinin ana neotektonik yapıları kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Morelli ve Barrier 2004, Emre vd. 2013, Seyitoğlu vd. 2017a). Sarı daireler USGS kataloğundan alınmış aletsel dönemdeki 5 ve üzeri büyüklükteki depremleri gösterir. Yıldızla gösterilen Güney Halepçe depreminin konumu ve odak mekanizması çözümü USGS'den alınmıştır. Lice ve Van depremlerinin odak mekanizması çözümleri sırasıyla Jackson ve McKenzie (1984) ve Zahradnik ve Sokos (2011)'dan alınmıştır. Kırmızı renkle belirtilen sayılar levha sınırları üzerindeki, GPS verisinden elde edilmiş mm/yıl olarak kayma değerlerini gösterirken (parantez içindeki sayılar doğrultu atımının olmadığı eğim atımlı levha sınırları üzerindeki kayma değerleridir), siyahla belirtilmiş sayılar yanındaki oklarla birlikte levhaların Avrasya'ya göre mm/yıl olarak görece hareketini gösterir (Reilinger vd 2006).



Şekil 2: Tektonik kama geometrisi (Dahlen 1990).



Şekil 3: Güneydoğu Anadolu Tektonik kaması. EAAC: Doğu Anadolu Yığışım Kompleksi; BM: Bitlis Masifi; SEAW: Güneydoğu Anadolu Kaması (Seyitoğlu vd. 2017a).



Şekil 4: Aktif Zagros kıvrımlı bindirmeli dağ kuşağı enine kesiti (Berberian 1995). Açıklamalar için Berberian (1995)'e bakınız.

13.11.2017 / güncelleme 14.11.2017 / Farsça çeviri 20.11.2017

زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب حلبچه (شمال سرپل ذهاب, مرز ایران-عراق)

گروول سیداوغلو, کرخان اساطر, بلنت کاپیباک, موسی الرضا توری

زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب حلبچه نزدیک مرز ایران و عراق در داخل سرزمین ایران به وقوع پیوست. موقعیت مکانی مرکز سطحی زمینلرزه (رومرکز) با مختصات 34.886 شمالی، 45.941 شرقی در 5 کیلومتری از گله تعیین شده است. بزرگی زمینلرزه 7.3، عمق آن 23.2 کیلومتر و سازوکار کانونی آن راندگی می باشد (USGS: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us2000bmcg#executive>).

این زمینلرزه نتیجه ای از ادامه همگرایی بین قاره ای صفحه عربی و اوراسیا می باشد که تقریباً 54-60 میلیون سال پیش در پایان مستریشین-آغاز ائوسن با یکدیگر برخورد کرده اند و این همگرایی تا به امروز ادامه پیدا کرده است (شکل 1) (هال 1976؛ شنگور و کید 1979؛ شنگور و بیلماز 1981؛ شاراغلو و گونر 1981؛ آفداش و روبرتسون 1984؛ شنگور و همکاران 1985؛ بیلماز 1993؛ بربریان 1995؛ آلن و همکاران 2004؛ رلینگر و همکاران 2006؛ هاتزفلد و همکاران 2010؛ آگارد و همکاران 2011؛ روبرتسون و همکاران 2016؛ آکتو و همکاران 2016؛ سیداو غلو و همکاران 2017a).

این زمینلرزه در قسمت جلوی زمیندرز بیتلیس- زاگرس (پیشانی چین خوردگی) روی داده که در حقیقت محل برخورد صفحه عربی با اوراسیا میباشد. جزئیات ساختار تکتونیکی این ناحیه توسط بربریان (1995) تشریح شده و وجود رورانگی پی سنگی پیشنهاد شده است. رانگی پی سنگی از عناصر اصلی ساختار تکتونیک گوه ای می باشد (شکل 2). اخیراً گوه جنوبشرق آناتولی به عنوان ساختاری نئوتکتونیک در جنوب ترکیه، شمال عراق و سوریه معرفی شده که بررسیها نشان داده انتهای جنوبی گوه رانگی کور سنجان- کرکوک را پدید آورده است (سیداو غلو و همکاران 2017a) (شکل 3). ادامه جنوبشرقی این زون به محل روی داد زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب حلبچه (شمال سرپل ذهاب) می رسد که بربریان (1995) در قسمت زیرین آن ناحیه رانگی پی سنگی با زاویه بسیار کم به همراه رانگیها و گسلهای کور جدا شده از گسل پی سنگ را معرفی کرده که امکان تعمیم مدل گوه ای جنوبشرق آناتولی را برای آن فراهم ساخته است (شکل 4). در عین حال مکانیسم کانون زمینلرزه نیز گواه گسلی رانده با شیب کم است.

زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب حلبچه (سرپل ذهاب) بزرگترین زمینلرزه ناحیه ایران و عراق واقع در کمربند برخوردی بیتلیس- زاگرس می باشد که از سال 1900 تا کنون به ثبت رسیده است. بزرگترین شدت رومرکز زمینلرزه معادل رقم 9 تعیین شده است. تاثیر این زمینلرزه با وجود مسافت 290 کیلومتری آن از مرزهای ترکیه توسط تمام مناطق جمعیتی جنوبشرق آناتولی احساس شد.

مقایسه زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب حلبچه (شمال سرپل ذهاب) با زمینلرزه های لیجه 06.09.1975 (6.7) و زمینلرزه وان 23.10.2011 (7.1) از منظر موقعیت تکتونیکی

تشابه و عدم تشابه این زمینلرزه ها با یکدیگر و موقعیت تکتونیکی آنها با در نظر گرفتن وجه اشتراک آنها در سازوکار رانگی و اینکه هر سه محصول همگرایی صفحه عربی با اوراسیا می باشند در زیر خلاصه شده است.

مرکز سطحی زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب حلبچه (شمال سرپل ذهاب) بیانگر فعالیت لرزه ای در قسمت جلوی زمیندرز بیتلیس- زاگرس (پیشانی چین خوردگی) می باشد. همانگونه که زمینلرزه 06.09.1975 لیجه (6.7) هم در قسمت جلوی این زمین درز و مرتبط با گسل کور ارگانی- سیلوان بوجود آمده است (سیداو غلو و همکاران 2017a).

در حالیکه زمینلرزه 23.10.2011 وان در پشت کمربند زمیندرز بیتلیس- زاگرس (پشت چین خوردگی) روی داد که با دگرشکلی درونی فلات ایران- آناتولی مرتبط است. با ملاحظه اینکه رانگی مرتبط با زمینلرزه وان در قسمت میانی واحد (سلول) دگرشکلی وان (سیداو غلو و همکاران 2018، سیداو غلو و همکاران 2017b). که همچون لوزی متساوی

الاضلاع از سوی گسلهای امتداد لغز ارجیس- رازی، باشکاله- خوی، بینلیس- باغچه سرای و گوراویماک- مالازگیرت که از چهار طرف احاطه شده است روی داده از لحاظ موقعیت تکتونیکی هم با زمینلرزه 21 آبان 1396 جنوب جلبچه (سرپل ذهاب) و هم با زمینلرزه 06.09.1975 لیجه تفاوت نشان می دهد.

Değinilen belgeler

- Agard P, Omrani J, Jolivet L, Whitechurch H, Vrielynck B, Spakman W, Monie P, Meyer B, Wortel R (2011). Zagros orogeny: a subduction-dominated process. *Geol Mag* 148: 692-725.
- Aktaş G, Robertson AHF (1984). The Maden complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan active margin. *Geol Soc Lond Spec Publ* 17: 375-402.
- Aktuğ B, Özener H, Doğru A, Sabuncu A, Turgut B, Halıcıoğlu K, Yılmaz O, Havazlı E (2016). Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field. *J Geodyn*: 94-95, 1-12.
- Allen M, Jackson J, Walker R (2004). Late Cenozoic reorganization of the Arabia-Eurasia collision and the comparison of short-term and long-term deformation rates. *Tectonics* 23: doi:10.1029/2003TC001530.
- Berberian M (1995). Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics* 241: 193-224.
- Dahlen FA (1990). Critical taper model of fold-and-thrust belts and accretionary wedges. *Ann Rev Earth Planet Sci* 18: 55-99.
- Emre Ö, Duman TY, Özalp S, Elmacı H, Olgun Ş, Şaroğlu F (2013). Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30. Ankara-Türkiye.
- Hall R (1976). Ophiolite emplacement and the evolution of the Taurus suture zone, southeast Turkey. *Geol Soc Am Bull* 87: 1078-1088.
- Hatzfeld D, Authemayou C, Van Der Beek P, Bellier O, Lave J, Oveisi B, Tatar M, Tavakoli F, Walpersdorf A, Yamini-Fard F (2010). The kinematics of the Zagros Mountains (Iran). In: Leturmy P, Robin C, editors. *Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic-Cenozoic*. *Geol Soc Lond Spec Publ* 330: 19-42. DOI: 10.1144/SP330.3.
- Jackson J, McKenzie D (1984). Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan. *Geophys J R Astr Soc Lond* 77: 185-264.
- Morelli A, Barrier E (2004). Geodynamic map of the Mediterranean. Commission for the Geological Map of the World, Limoges, France
- Reilinger R, McClusky S, Vernant P, Lawrence S, Ergintav S, Çakmak R, Özener H, Kadirov F, Guliev I, Stepanyan R, et al (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa - Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *J Geophys Res* 111: B05411, doi: 10.1029 / 2005JB004051.
- Robertson A, Boulton SJ, Taslı K, Yıldırım N, İnan N, Yıldız A, Parlak O (2016). Late Cretaceous - Miocene sedimentary development of the Arabian continental margin in SE Turkey (Adıyaman region): Implications for regional palaeogeography and the closure history of Southern Neotethys. *J Asian Earth Sci* 115: 571-616
- Seyitoğlu G, Esat K, Kaypak B (2017a). The neotectonics of southeast Turkey, northern Syria and Iraq: the internal structure of the South East Anatolian Wedge and its relationship with the recent earthquakes. *Turkish Journal of Earth Sciences* 26: 105-126.
- Seyitoğlu G, Esat K, Kaypak B, Toori M (2017b). Doğu Akdeniz'in Sismotektoniği içinde Türkiye'nin Yeri: Yeni Bulgular ve Test Edilmesi Gereken Hipotezler. 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir. Genişletilmiş Bildiri Özleri.
- Seyitoğlu G., Esat K., Aktuğ B, Kaypak B., Toori M (2018). Internal deformation of Turkish-Iranian plateau in the hinterland of Bitlis-Zagros Suture Zone (hazırlanmakta).

- Şaroğlu F, Güner Y (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. Türk Jeol Kur Bült 24: 39-50.
- Şengör AMC, Kidd WSF (1979). Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet. Tectonophysics 55: 361-376.
- Şengör AMC, Yılmaz Y (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics 75: 181-241.
- Şengör AMC, Görür N, Şaroğlu F (1985). Strike-slip deformation basin formation and sedimentation: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle KT, Christie-Blick N, editors. *Strike-slip faulting and basin formation*. Soc Econ Paleontol Min Spec Publ 37: pp. 227-264.
- Yılmaz Y (1993). New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Geol Soc Am Bull 105: 251-271.
- Zahradnik J, Sokos E (2011). Multiple-point source solution of the Mw 7.2 Van earthquake, October 23, 2011, Eastern Turkey. Report submitted to EMSC on November 1, 2011. 8p.