

Hayrettin KORAL *, Davut LAÇIN *, Şakir ŞAHİN **

* İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

** Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isparta

1 Ekim 1995 Dinar depreminin yüzey çatlakları

1 Ekim 1995'de Dinar kasabasında meydana gelen ve 101 kişinin ölümüne ve yaklaşık 4500 binanın hasarına sebep olan orta şiddetteki depremin ($M_w=6.2$) odağı K40B doğrultulu Dinar-Çivril fayı yakınında bulunmaktadır. Bu depremin doğu Akdeniz'deki kuzeye dalan Afrika levhası ile üzerleyen Ege levhası arasındaki etkileşimden kaynaklanan gerilme basınçlarına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.

Deprem sırasında Dinar-Çivril fayının 10 km'lik kesimi boyunca yüzey çatlakları gelişmiştir. Çatlak örnekleri uzunlukça bir ile onlarca metre arasında değişir ve lineer, sigmoidal ve örgülü (anastomosing) gelişmiştir. Bu çatlaklar kuzey-kuzeybatı/güney-güneydoğu yönlü bir uzanım oluşturacak biçimde birbiriyle birleşmektedir. Lineer ve sigmoidal çatlaklar kademeli (en echelon) bir örnek sunar. Çatlakların bazıları eğim atım gösterirken bazıları da yanal atım göstermektedir. Eğim atım bileşeni hakim olan yarılmalarda tekçe ya da örgülü (anastomosing) tipte ve doğu-batı ile düşük açı yapmaktadır. K10-30D ve K10-60B yönelimli çatlaklar S ve Z sigmoidal şekilli olup çoğunlukla sağa aşmalıdır. K60-80B yönelimli çatlaklar S ve Z şekilli olup çoğunlukla sola aşmalıdır. Bu durum verev atımlı normal bir faylanmayı göstermenin yanı sıra faylanmanın kompleks bir yapıya sahip olduğunu da işaret etmektedir.

Giriş

Güneybatı Anadolu'daki 'Göller Bölgesi'nde yer alan Dinar kasabası birçok büyük tarihsel depremin olduğu bölgede yer alır ve 1 Ekim 1995 T.S. saat 17.57'de şiddeti $M_w=6.2$ olan depremle etkilenmiştir (Şekil 1). Deprem önemli yaşam kaybına ve büyük maddi zarara neden olmuştur. Bunun sonucu olarak 101 kişi ölmüş ve yaklaşık 4500 bina zarar görmüş-

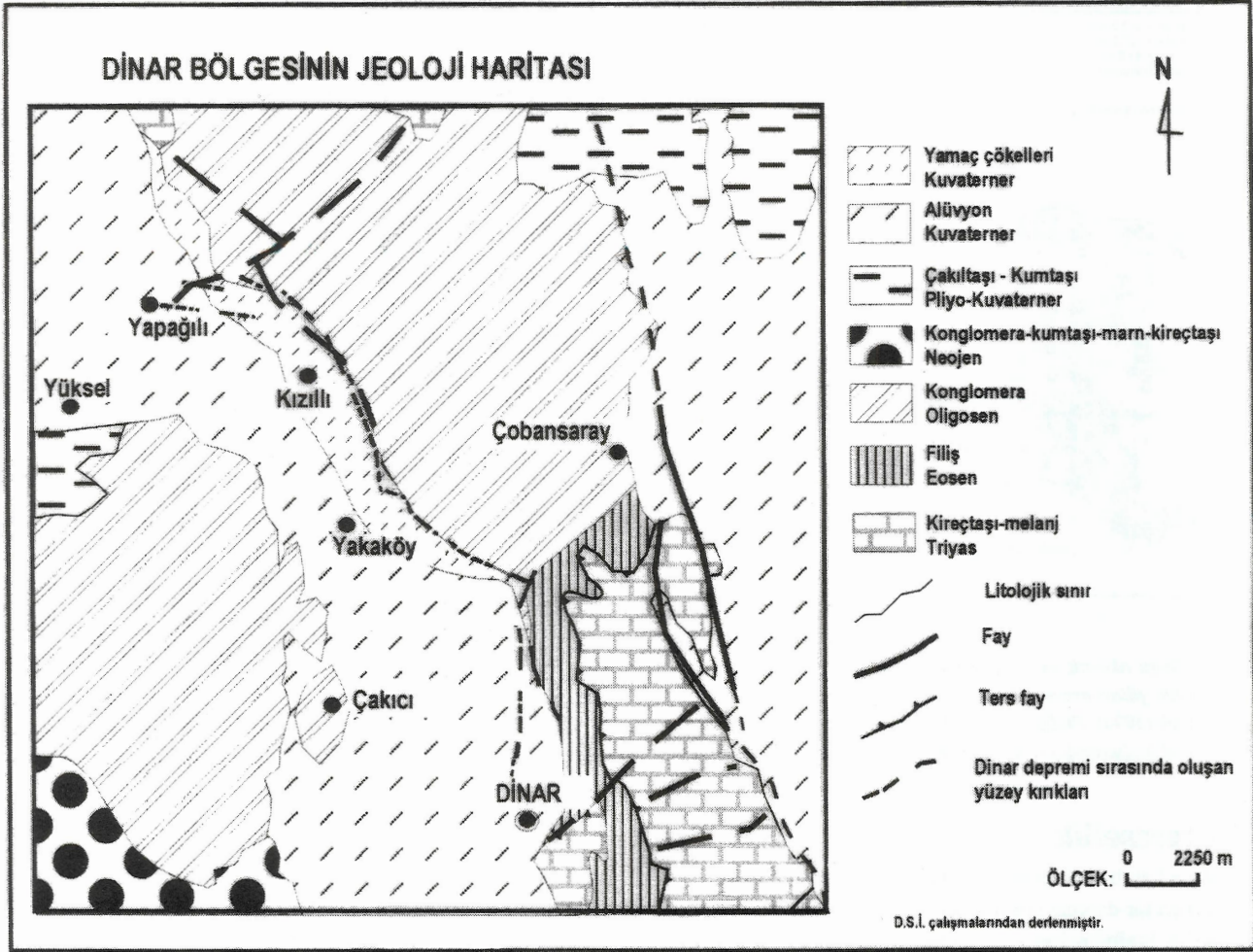
tür. Deprem birçok öncül şoklarla başlamış olup, ana şok sırasında bölgedeki fay boyunca 10 km boyunca izlenen yüzey çatlaklarının gelişmesine neden olmuştur. Dinar'ın doğusunda başlayan ve eğim atımlı normal fay olarak düşünülen bu fay, kuzeybatı-güneydoğu yönünde Çivril kasabasına doğru uzanmakta olup Dinar-Çivril fayı olarak adlanmıştır (Koçyiğit, 1984; Price and Scott, 1994). Bu çalışmada, 1 Ekim 1995'teki Dinar depremi sırasında yüzeyde gelişen çatlakların sahada incelenmesiyle fayın karakteri hakkında elde edilen veriler tartışmaya açılmaktadır.

Tektonik ortam

Dinar kasabası Helenik (Girit) ile Kıbrıs yaylarının kesişim alanında yer alır. Dinar ve yakın çevresinin genel jeolojik görünümü doğu Akdenizdeki Afrika/Arap levhası ile Anadolu (Avrasya) levhasının ilişkisinden ortaya çıkmaktadır (Şekil 1). Bu levhalar arasında devam eden yakınsama Anadolu blokunu batıya doğru hareket ettirmeye zorlamaktadır. Bu batıya kaçış olayı ise Ege Denizi ve batı Türkiyede gerilmeli basınç rejimine sebep olmaktadır (Şengör, 1980). Ege-Anadolu bloklarının Afrika/Arap levhasına göre batıya hareketi saatin tersi yönünde dönmesi şeklindedir (Şekil 1). GPS ölçümleri Anadolu levhasının yılda 1.5-2 cm. oranında batıya doğru tek bir blok gibi döndüğünü göstermektedir (Oral ve diğ., 1995).

Dinar'ın yakın çevresinde ve Afyon, Burdur ve Isparta illeri civarında iki önemli tektonik yönelim vardır (Şekil 2). Bunlardan birisi Burdur-Fethiye, Acıgöl ve Baklan faylarıyla karakteristik olan kuzeydoğu-güneybatı hattıdır. Diğeri ise Dinar-Çivril fayının temsil ettiği kuzeybatı-güneydoğu yönlü tektonik hattır. Bölge, sözü edilen önemli gidişlere paralel çeşitli deformasyon zonlarıyla kesilmektedir (Şekil 2) (Price ve Scoot, 1994).

Dinar ve yakın çevresinin yalın bir jeolojisi vardır. Bölgenin kuzeyindeki Karadolamaç Sırtı, Kirazlı Sırtı gibi yüksek alanlar Eosen ve Oligosen yaşlı kireçtaşı, marn ve konglomeralardan oluşur (Şekil 3 ve 4). Güneyinde yer alan Yakaköy, Çakal mevki ve Kızıllı Köyü gibi alçak alanlar ise kum, çakıl ve kil içeren Kuvaterner yaşlı alüvyal çökelleriyle örtülüdür. Yüksek ile alçak yerler arasındaki kesim yamaç molozlarıyla kaplıdır.



Şekil 3. Dinar bölgesinin jeolojik haritası. DSİ'nin 1/25.000'lik paftasından elde edilmiştir.

Şokların derinlik dağılımı fayın doğrultusuna hem dik hem de paralel kesitlerde incelenmiştir. Normal profildeki deprem dağılımı yoğunlaşmış olarak gözükmemektedir (Öncel ve diğ., yayında). Dinar-Çivril fayına paralel profildeki deprem dağılımı ise saçılmış bir görünüm arzeder.

Yüzey çatlakları

1 Ekim 1995 depreminin odağı Afyon İline bağlı Dinar ve Çivril kasabaları arasında izlenebilen kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Dinar-Çivril Fay içinin birkaç km. güneybatısında bulunmaktadır (Foto 1). Ana şok sırasında gelişen yüzey çatlakları 55 km uzunluktaki Keçiözü-Dinar-Çivril fay zonunun 10 km'lik kesimi boyunca gözlenmiştir (Şekil 4). Çatlak örneklerinin 3 farklı yönde geliştikleri başka yazarlarca da belirtilmiştir. (Örneğin Demirtaş ve diğ., 1996; Eyidoğan ve Barka, 1997) (Şekil 3). Dinar yakınındaki çatlaklar kabaca kuzay-güney yönlüdür. Çatlaklar, Yakaköy ve Kızıllı köyleri kuzeyinden batıya doğru kuzey-kuzeybatı yönünde ilerlemiştir. Yapağılıda çatlaklar batı-kuzeybatı yönlü bir özellik kazanmıştır

(Şekil 3). Çatlak örneği bir metreden onlarca metreye kadar ulaşan çatlaklardan oluşmaktadır (Şekil 4). Bu çatlakların bazıları (Karadolamaç Sırtı eteklerindeki gibi) yaklaşık 50 cm'ye varan eğim atım gösterir. Düşen blok KD-GB yönlü açılmayı gösterecek şekilde güney veya güneybatıya yönelmiştir. Diğer bazı çatlaklar ise düşey yer değiştirme göstermezler fakat önemli bir ayrılma (separation) gösterirler. Bunun yanı sıra hem eğim atım hem de yanıl atım gösteren yarıklar vardır. Çatlakların çoğu Eosen-Oligosen yaşlı sedimentler ile pekişmemiş alüvyal çökeller arasındaki faylı sınırın takip etmektedir fakat bu her zaman böyle değildir (Şekil 3).

Yüzey çatlakları lineer, sigmoidal ve örgülü (anastomosing) olmak üzere 3 farklı geometriye sahiptir (Şekil 4). Yaklaşık kuzey-güney yönlü olanlar önemli bir eğim atım olmaksızın daha ziyade çizgiseldir ve kademeli bir geometri gösterirler. Yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu ve kuzey-kuzeydoğu/güney-güneybatı yönlü olanlar sola ve sağa aşmalı kademeli bir geometriye sahiptirler. Yaklaşık doğu-batı yönelimli olanlar lineer ve eğim atım bileşeni fazla olan örgülü (anastomosing)

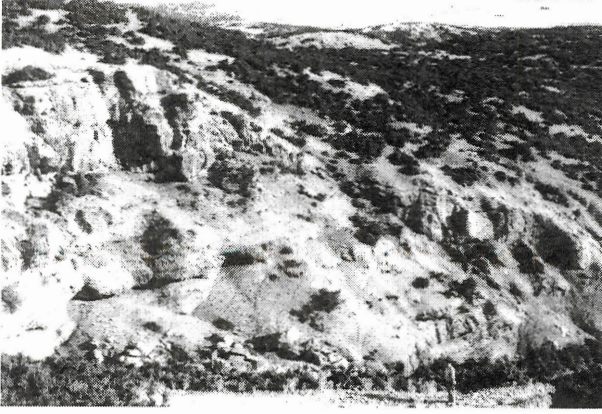
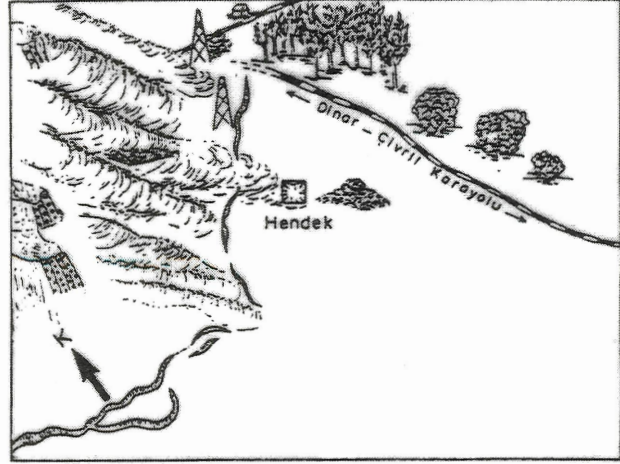


Foto 1. Pancarlı derede gözlenen Dinar-Çivril fayı.

bir özellik gösterirler. Bunlar Dinar-Çivril fayının gidişine uygun bir biçimde bir uçtan diğer uca kuzey-kuzeybatı/güney-güneydoğu yönlü bir görünüm verecek şekilde birbiriyle birleşmektedir (Şekil 3).

Dinar kasabası yakınında gözlenen yüzey çatlakları K10-30D yönlüdür ve sağa aşmalı kademeli bir örnek göstermektedir. Bu durum Türkiye'deki Kandilli Deprem Araştırma Merkezi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan ilk raporlarda belirtilmiştir (Demirtaş ve diğ., 1996). Bu çatlak örneği Dinar'ın kuzeyinde yer alan 893 m. yüksekliğindeki tepenin yakınına kadar devam etmektedir ve bunlara çatlaklar K20-25B yönelimlidir. Çatlaklar Oluk deresi yakınında kuzeydoğu yönüne ilerledikten sonra kuzeybatı gidişli Z-biçimli sağa aşmalı bir örnek gösterir. Benzer bir örnek 893 m. yüksekliğindeki tepenin batısında yer alan isimsiz derede de gözlenmiştir (Şekil 4). K32D yönelimli bu çatlakların önemli bir eğim atım bileşeni yoktur fakat sigmoidal bir geometri göstermekte olup tabakalanma düzlemiyle uyumlu bir gidişe sahiptirler. Çatlak örneği Dinar-Çivril yolunun doğu-batı doğrultulu olduğu yerdeki isimsiz tepenin yakınına kadar yaklaşık doğu-batı gidişli eğim atım gösteren çatlaklar şeklinde devam etmektedir. Bu noktadan batıya doğru Pancarlı deresine kadar çatlaklar doğu ve batı yönüyle düşük açılar yapmaktadır. Karadolamaç Sırtın güney eteklerinde olduğu gibi bazı yerlerde çatlaklar K25B yönelimlidir ve kademeli geometriye sahiptir (Şekil 4). Çatlakların K60-70B yönelimli olduğu yerde, bunlar büyük miktarlarda ayrılma ve eğim atım gösterirler (Şekil 5). Yer yer örgütlü (anastomosing) örnek gösteren bu çatlaklar sigmoidal çatlaklarla birleşmektedir. Kademeli geometriye sahip olanlar sola aşmalı bir örnek gösterir.

Pancarlı deresinden Yakaköy'e doğru çatlaklar hem kademeli hem de örgütlü (anastomosing) geometri gösterirler (Şekil 6a, b). Pancarlı deresinin batısında bunlar önce sağa aşmalı olup S-biçimli daha sonra örgütlü örnek sunar. Andık deresinin doğu yamacında bunlar sola aşmalı olup yine Z-biçimlidir. Batıya doğru çatlaklar tekrar sola aşmalı olup Z-biçimlidir (Foto

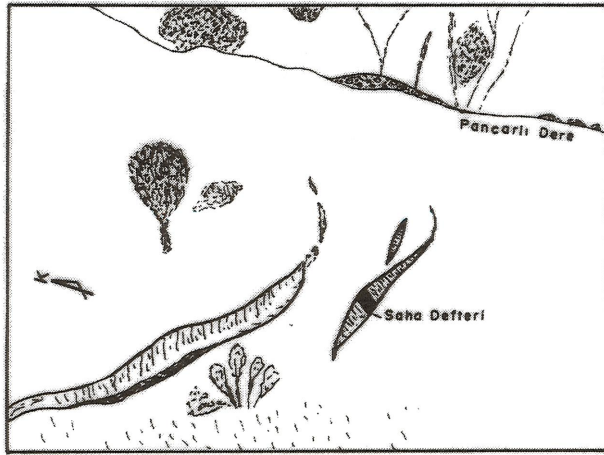
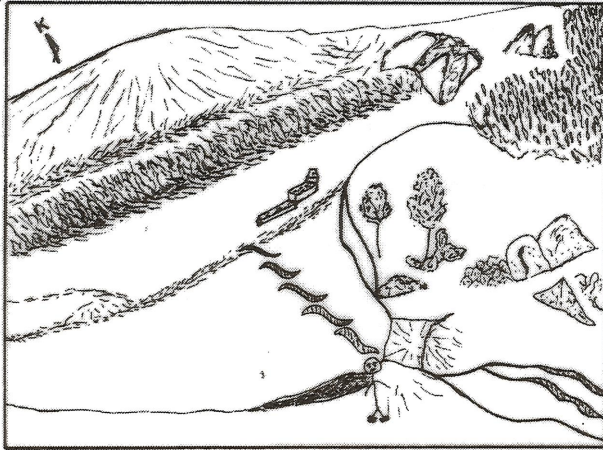


Şekil 5. Pancarlı derenin olduğu sırtlardan çatlak geometrisine güneydoğu yönünde bakış. Çatlakların süreksizlik gösterdikleri ve doğu-batı yönü ile dar açı oluşturdıkları görülmektedir. Çatlaklar Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından açılan bir hendekte ayrıca incelenmiştir.

2). K89D doğrultulu fayın bulunduğu Mezarlık Tekke'nin güneydoğusundaki isimsiz dere içinde K70D yönelimli olan çatlaklar batıdaki Yakaköy yamaçları yakınında sağa aşmalı çizgisel bir görünüm sunar ve daha sonra büyük miktarlarda eğim atım bileşeni olan K80D doğrultulu örgütlü (anastomosing) geometri gösterir. Ürükalan deresi yakınında sağa aşmalı olanlar kuzey ile oldukça düşük açılar yapmakta olup burada tabakalanma K45D doğrultuludur. Eğim açısı düşeyden 45 dereceye kadar değişir ve KB'ya eğimlidir. Buradan batıdaki isimsiz dereye doğru çatlaklar kuzey-batı yönelimli ve sola aşmalı Z-biçimli olup daha sonra vadi içine doğru K85D yönünde örgütlü olarak devam etmiştir. Çatlaklar buradan Sarı dereye doğru eğim atım bileşenli olup K10B yönü kazanmıştır ve sağa aşmalı Z-biçimlidir. Kızıllı köyüne doğru çatlaklar hem sola hem sağa aşmalıdır. Tabakalanmanın K70B yönlü olduğu Kızıllı köyünün kuzeydoğusunda çatlak iki kola ayrılmıştır. Her iki kolda çatlaklar sola aşmalı olup Çayırhıseki deresinin batısında birleşmiştir. Batıya doğru çatlaklar K80B yönelim kazanmış olup eğim atım ve ayrılma (separation) gösterirler. Çatlağın kuzey-güneye daha yakın yönelim kazandığı kireçtaşı ocaklarında Z-biçimli sola aşmalı bir geometri göze çarpmaktadır.

Sonuçlar

Dinar-Çivril fayının depremle kırılmış kesiminde çatlaklar tek bir hat şeklinde olmayıp lineer, sigmoidal ve örgütlü olmak üzere 3 farklı geometriye sahiptir. K10-30D ve K10-60B yönelimleri arasında yer alan çatlaklar büyük çoğunlukla sağa aşmalı olup S ve Z şekillidir. K60-80B yönelimli çatlaklar ise büyük çoğunlukla sola aşmalı S ve Z şekilli olup yer yer sigmoidal bazen de tekçe lineer karakter sunar. Bunlardan özellikle lineer olanlar belirgin ayrılma (separation) gösterirler.



Şekil 6a. Pancarlı derenin batı yamacındaki sigmoidal ve örgülü çatlak geometrisinin görünüşü; **b.** Sigmoidal çatlak geometrisinin daha yakından görünüşü.

Doğu-batı ile düşük açı yapan çatlaklar eğim bileşeni hakim olan sigmoidal ya da örgülü (anastomosing) çatlak geometrisine sahiptir.

Çatlaklar eğim ve yanal atımlı hareketin karakteristik özelliklerini sunarlar. Eğim atım gösteren çatlaklar baskın olup sağ ve sol atımı işaret eden çatlaklar da vardır. Çatlak örnekleri ve rev atımlı normal bir faylanmaya işaret etmektedir. Faylanma sırasında yanal atımın varlığı aynı zamanda rotasyon geçirmiş hasarlı binalarda da gözlenmiştir. Bu durum: a) Dinar-Çivril fayının eğim atım karakteri, b) Bölgenin genel tektonik yapısı ve c) Bölgedeki KD-GB yönlü açılmayı gösteren ve yanal atım bileşeni olan fay düzlemi çözümleriyle (örneğin, Pinar, 1996; Eyidoğan ve Barka, 1996 ve 1997, EMSC, USGS) uyumludur. Çatlak geometrisinde görülen farklı atım yönleri faylanmanın kompleks bir yapıya sahip olduğunun göstergesidir.



Foto 2. Andık deresinin doğusundan batıya doğru gidildiğinde görülen Z-biçimli çatlaklar.

Değerlenen Belgeler

- Ambraseys, N.N., 1975, Studies in Historical Seismicity and Tectonics: Geodynamics Today, 1, 7-16 The Royal Soc., London.
- Ambraseys, N.N. and Finkel, C.F., 1987, Seismicity of Turkey and Neighbouring Regions, 1899-1915, Ann. Geophys. B., 701-726.
- Barka, A. and Hancock, P.L., 1984, Neotectonic Deformation Patterns in the Convex-Northwards Arc of the North Anatolian Fault, in the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Spec. Publ., edited by J.G. Dixon and A.H.F. Robertson, Geological Society of London, 763-773.
- Demirtaş, R., Karakısa, S., Demir, M., İravul, Y., Baran, B., Bağcı, G., Batman, A., Zünbül S. and Yılmaz, R., 1996, The Dinar Earthquake of 1 October 1995, Southwestern Turkey: Deprem Araştırma Bülteni 72, 5-38.
- Eyidoğan, H., and Barka, A., 1997, The 1 October 1995 Dinar Earthquake, SW Turkey, Terra Nova, 8, 479-485.
- Eyidoğan, H. ve Barka, A., 1996, 1 Ekim 1995 Dinar Depremi: Kaynak Özellikleri ve Sismotektonik Yorumu, S.D.Ü. IX. Mühendislik Sempozyumu Jiofizik Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 51-56.
- Koçyiğit, A., 1984, Intraplate Neotectonic Development in Southwestern Turkey and Adjacent Areas, Bull. Geol. Soc. Turkey, 27, 1-16.
- Oral, B., Reilinger, E., Toksöz, M.N., King, R.W., Kınık, I. and Barka, A., 1995, Global Positioning System (GPS) Offers Evidence of Plate Motions in Eastern Mediterranean, EOS, 76, 9-11.
- Öncel, A.O., Koral, H., Alptekin, Ö., yayında, The Dinar Earthquake ($M_w=6.2$; October 1, 1995; Afyon-Turkey) and Earthquake Hazard of the Dinar-Çivril fault.
- Philip, H., Cisternas, A., Gvishiani, A., Gorshkove, A., 1989, The Caucasus: an Actual example of the Initial Stages of a Continental Collision, Tectonophysics, 161, 1-21.
- Pinar, A. 1996, Uzun periyotlu telesismik cisim dalgalarından 1 Ekim

- 1995 Dinar Depreminin kinematik ve dinamik kaynak parametreleri, S.D.Ü. IX. Mühendislik Sempozyumu Jeofizik Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 91-96.
- Pınar, N., Lahn, E., 1952, Türkiye Depremleri ve İzahlı Deprem Kataloğu, T.C. Bayındırlık Bak: Yapı ve İmar İş. Reis. Y. Seri 6, Sayı 36.
- Price, P.C. and Scott, B., 1994, Fault-blok Rotations at the Edge of a Zone of Continental Extension: Southwest Turkey: Journal of Structural Geology. 16, 381-392.
- Sosyal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. and Altınok, Y., 1980, Historical Earthquake Catalogue of Turkey and Vicinity, TÜBİTAK Proje No: TBAG 341.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Enstitüsü, Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: Türk Jeoloji Kurumu Konf. Ser., no. 2, 40 pp.
- Taymaz, T and Price, S., 1992, The 1971 May 12 Burdur earthquake sequence, SW Turkey: a synthesis of seismological and geological observations: Geophys. J Int., 108, 589-603.