

MARAŞ ÜÇLÜ EKLEM BÖLGESİNDE GÜNÜMÜZDE ETKİN OLAN TEKTONİK REJİM

PRESENT DAY TECTONICS ACTING IN THE MARAS TRIPLE JUNCTION REGION

Nihan SEZGİN, Ali PINAR, Murat UTKUCU

İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34850
Avcılar – İSTANBUL

ÖZ: Afrika, Anadolu ve Arabistan kıtalarının oluşturduğu üçlü eklem bölgesinin Maraş civarında olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, üç levhanın bulunduğu bölgenin güncel tektoniğini incelemektir. Bu nedenle 36°-38° K enlemleri ve 35°-38° D boylamları arasında kalan bölgede 1951-2001 tarihlerinde oluşmuş 35 adet depremin P ve T eksenleri kullanılarak, bölgede etkin olan gerilme tensörü elde edilmiştir. Ayrıca, Ergin (1999) dan alınan 27 Haziran 1998 Adana depreminin ardından oluşan 40 adet sığ (15-20 km) ve 20 adet derin (30-35 km) artçışokun faylanma mekanizmaları kullanılarak kabuk altı ve kabuk içinde hakim olan gerilme eksenlerinin yönleri karşılaştırılmıştır. Bunun dışında, sığ ve derin artçışokların P ve T eksenlerini birlikte kullanarak gerilme tensörü analizi yapılmıştır. Bu sonuçlar, Maraş üçlü eklemi için elde edilen gerilme tensörü ile karşılaştırılmıştır. Böylece, 1998 Adana depreminin bölgenin faylanma karakteristiğine (gerilme tensörüne) herhangi bir değişime neden olup olmadığı araştırılmıştır.

Gerilme tensörü analizi Gephart (1990) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: 1-) Maraş bölgesi için asal gerilme eksenlerinin azimut ve dâlımları $\sigma_1=(358,18)$, $\sigma_2=(203,71)$, $\sigma_3=(90,8)$ 2-) Bütün artçıları kullanarak elde edilen gerilme eksenleri $\sigma_1=(170,9)$, $\sigma_2=(17,80)$, $\sigma_3=(261,4)$. 3-) Sığ artçıları kullanarak elde edilen gerilme eksenleri $\sigma_1=(350,8)$, $\sigma_2=(80,86)$, $\sigma_3=(260,4)$. 4-) Derin artçıları kullanarak elde edilen gerilme eksenleri $\sigma_1=(8,7)$, $\sigma_2=(108,56)$, $\sigma_3=(273,33)$.

Maraş bölgesi için elde edilen gerilme tensörü ile artçıları için elde edilen gerilme tensörü karşılaştırıldığında gerilme eksenleri arasında yaklaşık 10° lik bir fark gözlenmiştir. Bu fark büyük olasılıkla gerilme tensörünün elde edilmesinde kullanılan odak mekanizma çözümlerinin değişik kaynaklardan sağlanması nedeniyle yani kullanılan verinin homojen olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Anahtar Sözcükler: Maraş üçlü eklemi, gerilme tensörü, tektonik rejim.

ABSTRACT: The African, Anatolian and Arabian plates form a triple junction that is considered to lie in the Maras and surrounding area. The aim of the study is to investigate present day tectonics acting in this region. For this, stress tensor analysis is applied utilising the P-and T- axes of 35 events occurred in the region between 36°-38° N latitudes and 35°-38° E longitudes during 1951-2001. Thus, the characteristics of the faulting in the region are investigated. In addition, stress tensors are derived for 40 shallow and 20 deep aftershocks of 27 June 1998 Adana earthquake obtained from Ergin (1999). Moreover, a stress tensor analysis is obtained combining the whole aftershocks and the result is compared with the stress tensor derived for the Maras triple junction region. Thus, it is examined if the 1998 Adana main shocks caused any changes in the characteristics of faulting (stress tensor) of the region or not.

The stress tensor analysis was carried out using the method of Gephart (1990). The results we obtained are: 1-) The orientation of the principal stress axes' azimuths and plunges for the Maras region are $\sigma_1=(358,18)$, $\sigma_2=(203,71)$, $\sigma_3=(90,8)$, 2-) The orientation of the principal stress axes for the whole aftershocks are $\sigma_1=(170,9)$, $\sigma_2=(17,80)$, $\sigma_3=(261,4)$, 3-) The orientation of the principal stress axes for the shallow aftershocks are $\sigma_1=(350,8)$, $\sigma_2=(80,86)$, $\sigma_3=(260,4)$, and 4-) The orientation of the principal stress axes for the deep aftershocks events are $\sigma_1=(8,7)$, $\sigma_2=(108,56)$, $\sigma_3=(273,33)$.

The 10 degree bias between the stress tensors obtained for the Maras triple junction and the whole aftershock zone of the 1998 Adana earthquake is possibly because of the data obtained from different sources.

Key Words: Maraş Triple Junction, stress tensor, tectonics.

GİRİŞ

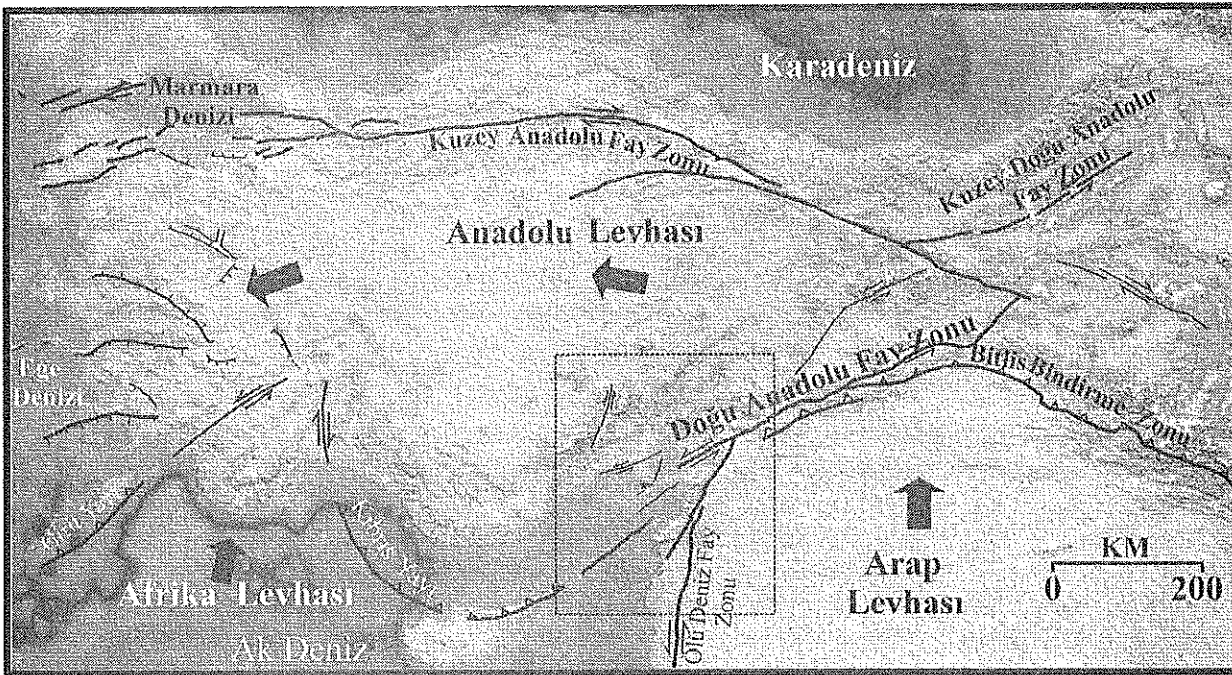
Arabistan, Afrika ve Anadolu levhalarının birbirleriyle göreceli hareketleri sonucunda doğuda Arabistan levhasının Avrasya levhası ile çarpışması, batıda ise Afrika ve Anadolu levhalarının yakınsaması Doğu Akdeniz bölgesinin sismotektoniğini oluşturmaktadır (McKenzie 1970, 1972; Dewey ve diğ., 1986) (Şekil 1).

Arabistan/Anadolu, Afrika/Anadolu, Arabistan/Afrika levhaları arasındaki göreceli hareketlere bağlı olarak sırasıyla Doğu Anadolu Fay Zonu, Kıbrıs Yayı ve Ölü Deniz Fayı gibi deformasyon bölgeleri gelişmiştir (Şekil 2). Çeşitli araştırmacılar tarafından tüm bu fayların kesiştiği ve levhaların birleştiği yerin, Maraş ve Gölbaşı arasında kalan bölge olduğu düşünülmektedir (McKenzie, 1972; Dewey ve diğ., 1973; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör ve diğ., 1985; Gülen ve diğ., 1987; Karığ ve Kozlu, 1990; Kempler ve Garfunkel, 1994; Chorowics ve diğ., 1994). Maraş üçlü eklemi, içeri doğru sokulan (indenter) Arabistan levhasının kuzeybatı köşesini ve aynı zamanda deforme olan komşu Afrika ve Avrasya levhalarını kapsamakta olup, bir kıtasal çarpışma zonunda görülebilecek bütün karakteristik özellikleri içerir (Gülen ve diğ., 1987).

Bu çalışmanın amacı 1951-2001 dönemleri arasında bölgede olmuş depremlerin yardımı ile gerilme tensörü değişimini tespit ederek, Maraş üçlü eklemine güncel tektoniğine ışık tutmaktır.

BÖLGEYE ETKİ EDEN ÖNEMLİ TEKTONİK YAPILAR

Ölü Deniz Fayı: Ölü Deniz Fayı, Kızıldeniz Akaba Körfezinden, Türkiye'nin güneyinde Doğu Anadolu Fayı ile kesiştiği Maraş üçlü eklemine (Gülen ve diğ., 1987) veya kuzeyde Antakya'ya (McKenzie 1972, 1978; Jackson ve McKenzie 1988; Lyberis ve diğ., 1992) kadar uzanan sol-yanal K-G uzanımlı transform faydır. Yaklaşık olarak 1000 km. uzunluğundaki bu fay, Arabistan levhasının batı kısmını oluşturur ve doğuda Arap levhasını, batıda Afrika levhasından ayıran transform tipte levha sınırını belirler (Garfunkel, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Rotstein ve Kafka, 1982; Dewey ve diğ., 1986; Gülen ve diğ., 1987; Aksu ve diğ., 1992; Westaway ve Arger, 1998). Arap levhası, Afrika levhasından daha hızlı kuzeye doğru hareket eder. Levhalar arasındaki hareket Ölü Deniz Fayı ile sağlanır. Bu fay, Suez Körfezi'nin açılımdan sonra Genç Miyosende aktif hale geçmiştir (Lyberis ve diğ., 1992). Fayın güney bölümünde belirlenen toplam 105 km.lik sol-yanal atım bileşeninin



Şekil 1. Türkiye'nin sismotektonik haritası. Büyük oklar levhaların hareket yönünü göstermektedir.
Figure 1. Seismotectonic map of Turkey. The large arrows represent the direction of plate movements.

(Quennel, 1959; Freund ve diğ., 1970; Garfunkel ve diğ., 1981) 40-45 km.lik bölümünün son 4.5-5 milyon yılda meydana geldiği düşünülmektedir.

Ölü Deniz Fayı, güneyde K-G doğrultulu olan Gharb ve kuzeyde 150 km. uzunluğunda açılma karakterinde birçok en-echelon basamaktan oluşmuş Karasu segmenti olmak üzere iki büyük segmentten oluşmaktadır (Gülen ve diğ. 1987). Bu iki segment arasında 20° lik doğrultu farkı ile 12 km. genişliğinde çek-ayır (pull-apart) özellikte Hatay- Karasu grabeni yer almaktadır ve Amik Ovası bu mekanizmaya bağlı olarak açılmaktadır.

Ölü Deniz Fayı Perinçek ve Çemen (1990)'a göre Doğu Anadolu Fayı ile Amik Havzası'nın güneydoğu ucu, Narlı Kasabası'nın kuzeydoğusu veya Hazar Gölü'nün kuzeydoğusu olmak üzere olası üç yerde karşılaşırlar.

Ölü Deniz fayı, aletsel dönemde sismik suskunluğu ile dikkat çekse de tarihsel dönemde yıkıcı depremlerin bu fay zonunda olduğu bilinmektedir. Ambraseys ve Barazangi (1989) 1100 - 1988 tarihleri arasında bu fay zonunda 200-350 yıl tekrarlama periyodu ile $M_s > 7.0$ büyüklüğünde 1157-1202, 1404-1407, 1759-1796 yıllarında olmuş on deprem tespit etmişlerdir. Yakın geçmişte bu fay zonunda Akaba Körfezinin altında 03.09.1993 $M_s > 6.1$ ve 22.11.1995 $M_s > 7.5$ olan iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremler, Pınar ve Türkelli (1997) tarafından çalışılmıştır. 1993 depreminin küçük doğrultu atım bileşenli normal faylanma ve 1995 depreminin doğrultu atımlı faylanma mekanizmasına sahip olduğu görülmüştür.

Doğu Anadolu Fayı: Türkiye'nin ana tektonik birimlerinden biri olan bu fay, Doğu Anadolu'da Kuzey Anadolu Fayı ile birleştiği eklem üzerinde bulunan Karlıova'dan, güneybatıda Maraş iline doğru (Şengör ve diğ. 1985; Şaroğlu ve Yılmaz 1990) veya İskenderun Körfezine doğru (Jackson ve McKenzie 1984, 1988) ya da Antakya'ya doğru Amanos Fayı ile temsil edilerek (Perinçek ve Çemen 1990; Şaroğlu ve diğ. 1992) Doğu Akdeniz'e doğru uzanır. Arabistan levhası ile Anadolu levhası arasındaki hareketin bir bölümü, yaklaşık 400 km. uzunluğundaki bu fay üzerinde oluşmaktadır ve Orta Miyosen sonlarında oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Doğu Anadolu Fayı batıya doğru hareket eden Anadolu Bloğu'nun güney sınırını oluşturmaktadır (Ketin 1948; McKenzie, 1972; Şengör, 1979). K-G doğrultulu

yatay sıkışma geriliminin etkisi altında olan sol-yanal atımlı fay üzerindeki toplam yer değiştirme 22 km. (Dewey ve diğ., 1986) ya da 27 km. (Arpat ve Şaroğlu, 1975), ortalama kayma oranı ise 4-8 mm/yıl olarak bulunmuştur (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Dewey ve Şengör, 1979; Yürür ve Chorowicz, 1998). Bu da McClusky ve diğ. (2000) nin raporlarında verdiği hız gradiyenti ile uyumludur (9 ± 1 mm/yıl).

Doğu Anadolu Fay Zonu Perinçek ve Çemen (1990) a göre; Kuzey Anadolu Fay Zonu'ndan Çelikhan'a uzanan kuzeydoğu kısmı, Çelikhan'dan Türkoğlu'na uzanan orta kısım ve Türkoğlu'ndan Akdeniz'e Amanos fayını da içine alarak uzanan güneybatı kısmı olmak üzere üç kısımdan oluşmuştur.

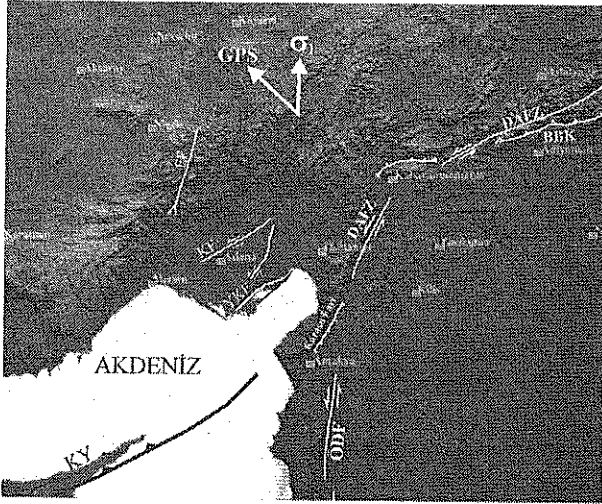
Doğu Anadolu Fayı'nda deprenselliği oluşturan neotektonik yapılar K-G sıkıştırması sonucu oluşmuş ve oluşmakta olan bindirmeler, sol-sağ yanal atımlı faylar, bu faylar arasında kalan verev atımlı kırıklar boyunca gelişmiş çek-ayır havzalarıdır (Koçyiğit, 1983). Bölgede çek-ayır havzalar, konjuge kırıklar, önemli bindirme ve kıvrımlar görülmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Dewey ve diğ., 1986). Barka ve Kadinsky-Cade (1988) bu fayın farklı yönelim ve özelliklere sahip 14 tane segmentten oluştuğunu söylemişlerdir.

Tarihsel kayıtlar Doğu Anadolu Fayı'nın günümüzde olduğu gibi 19. yüzyıl ve daha önceki yüzyıllarda da oldukça sakin bir sismik aktivite gösterdiğini işaret eder. Demirtaş ve Yılmaz (1996) son dört yüzyıl ve 1900-1995 yılları arasında oluşmuş yıkıcı deprem dağılımları ve mikrodeprem aktivitesine bakarak Karlıova-Ceyhan arasında üç tane sismik boşluk bulunduğuna dikkati çekmektedirler. Bunları; Andırın (Ceyhan-Türkoğlu), Türkoğlu (Türkoğlu-Çelikhan) sismik boşlukları ve Hazar Gölü segmentleri olarak sıralamışlardır.

Doğu Anadolu Fay Zonu ve çevresinde deprem etkinliği özellikle İskenderun çevresinde yoğunlaşmakta ve bu etkinlik Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca devam etmektedir. 1900-2000 tarihleri arasında bölgede $M_s > 6.0$ olan depremler, Pötürge-Çelikhan arasında $M_s=6.8$ olan 4.12.1905 Malatya depremi, $M_s=6.7$ olan 22.05.1971 Bingöl depremi ve $M_w = 6.2$ 27.06.1998 Adana-Ceyhan depremi sayılabilir.

Kıbrıs Yayı: Kuzeye doğru hareket eden Afrika ve Arabistan levhaları ile batıya doğru kaçan Anadolu levhası arasındaki levha sınırının Girit ve Kıbrıs

Yayı ve onların karasal uzantıları tarafında sağlandığı yaygın olarak düşünülmektedir (McKenzie, 1972; Nur ve Ben-Avraham, 1978; Le Pichon ve Angelier, 1979; Dewey ve Şengör, 1979; Rotstein ve Kafka, 1982; Mart ve Woodside, 1994; Barka ve Reilinger, 1997; Mantovani ve diğ., 1997). Girit Yayı ile Kıbrıs Yayı birbirlerine bitişik konumda olmalarına karşın aralarında pek çok fark vardır. Bu iki yay Isparta dirseğinde biraraya gelirler. Kıbrıs yayında kıta-kıta çarpışmasının Pliosen sonlarında başladığı ileri sürülmüştür (Robertson, 1977). Kıbrıs yayının Kıbrıs'tan İskenderun Körfezi'ni geçerek Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayı'nın bulunduğu Maraş üçlü eklemine uzandığı pek çok araştırmacı tarafından ileri sürülen bir görüştür (McKenzie, 1970, 1972; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979; Rotstein ve Kafka, 1982; Westaway, 1994).



Şekil 2. Çalışma alanının sismotektonik haritası. DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖDF: Ölü Deniz Fayı, GFZ: Göksun Fay Zonu, YFZ: Yumurtalık Fayı, KF: Kozan Fayı. Oklar GPS ve bu çalışmada hesaplanan en büyük sıkışma yönünü göstermektedir.

Figure 2. Seismotectonic map of the study area. DAFZ: East Anatolian Fault Zone, ÖDF: Dead Sea Fault, GFZ: Göksun Fault Zone, YFZ: Yumurtalık Fault Zone, KF: Kozan fault. The arrows represent the maximum compressive directions GPS and estimated in this study.

Tarihsel ve 1900-1995 yılları arasında oluşmuş yıkıcı deprem dağılımları ve mikrodeprem aktivitesine bakarak Demirtaş ve Yılmaz (1996), İskenderun ve Zafer burnu (Kıbrıs) arasında Zafer sismik boşluğuna dikkatleri çekmek istemiştir. Yayın bu arada kalan segmenti günümüzde oldukça suskun

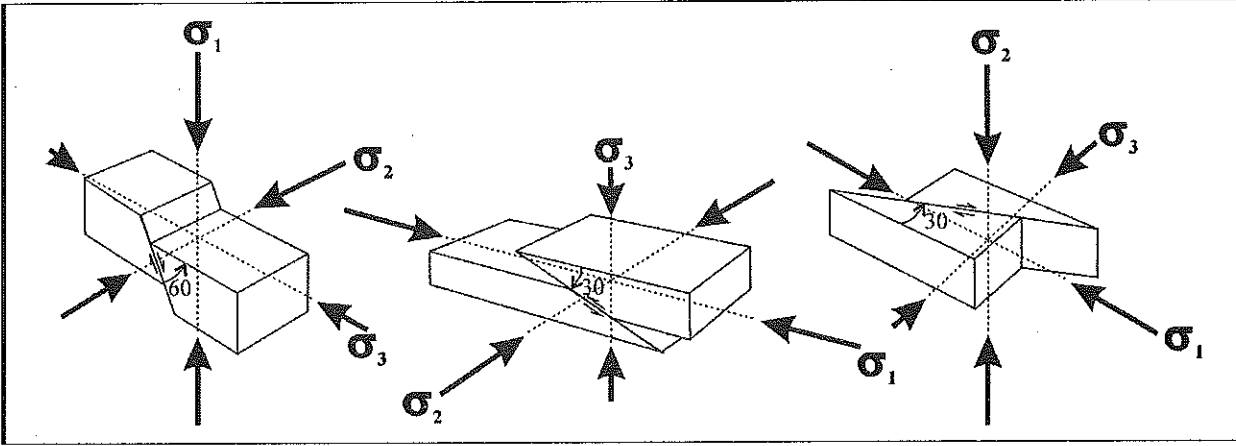
bir dönem yaşamaktadır. Yakın geçmişte 23.02.1995 te ve 09.10.1996 tarihlerinde büyüklükleri sırasıyla $M_s=5.8$ ve $M_s=6.8$ olan iki deprem Kıbrıs Adası'nda meydana gelmiştir. Pınar ve Kalafat (1999) bu depremler için D-B ve K-G yönelimli kayma vektörleri ile baskın normal faylanma tespit etmişlerdir.

BÖLGEDE YAPILAN GPS ÇALIŞMALARININ SONUÇLARI

Doğu Akdeniz Bölgesi'nin sismotektoniğini şekillendiren en önemli unsurlar Afrika, Arabistan ve Anadolu levhalarının birbirleri ile olan göreceli hareketleridir. Kempler ve Garfunkel (1994) karmaşık levha hareketinin yakınsama ve yanal hareketleri içererek Afrika ve Avrasya levhaları arasında oluştuğunu, levha hızları ve kinematikleri göz önüne alındığında kinematik levha analizinden Afrika ve Anadolu arasındaki sınırdaki bağlı hareketin sol yanal doğrultu atımlı olduğunu belirtmişlerdir. Okyanus ortası sırt açılımları, fay sistemleri ve deprem kayma vektörleri temel alınarak oluşturulan kinematik modellerle (NUVEL – 1A DeMets ve diğ., 1990, 1994) Arabistan levhasının K-KB yönünde 25 mm/yıl; Afrika levhasının ise kuzeye doğru 10 mm/yıl kayma hızıyla Avrasya levhası ile göreceli olarak hareket ettiğini hesaplamışlardır. Afrika ile Arabistan arasındaki diferansiyel hareket (~15 mm/yıl) Ölü Deniz Fayı boyunca sol yanal hareketle sağlanmaktadır (Freund ve diğ., 1970). GPS ölçümleri sonucunda Reilinger ve diğ (1997), McClusky ve diğ. (2000) Arabistan levhasının K-KB yönlü hareketini 18 ± 2 mm/yıl, Afrika levhasının kuzeye doğru hareketini 6 ± 2 mm/yıl olarak daha yavaş hesaplamalarına karşın bu sonuç istatistikte NUVEL 1-A'nın sonuçlarından farklı değildir. McClusky ve diğ. (2000), saatin ters yönünde dönme bileşeni olan ve batıya kaçan Anadolu levhasının kayma hızını 30 ± 2 mm/yıl olarak bulmuşlardır.

MARAŞ ÜÇLÜ EKLEM BÖLGESİNDE UYGULANAN GERİLME TENSÖRÜ ANALİZİ

Bir bölgede hakim olan tektonik rejimi belirlemede kullanılan yöntemlerden biri fay düzlemi çözümleri vasıtasıyla gerilme tensör analizidir. Bu çalışmada, Maraş üçlü eklemine etki eden gerilme tensörünü hesaplamak için Gephart ve Forsyth (1984) ve Gephart (1990) da açıklanan yöntem kullanılmıştır.

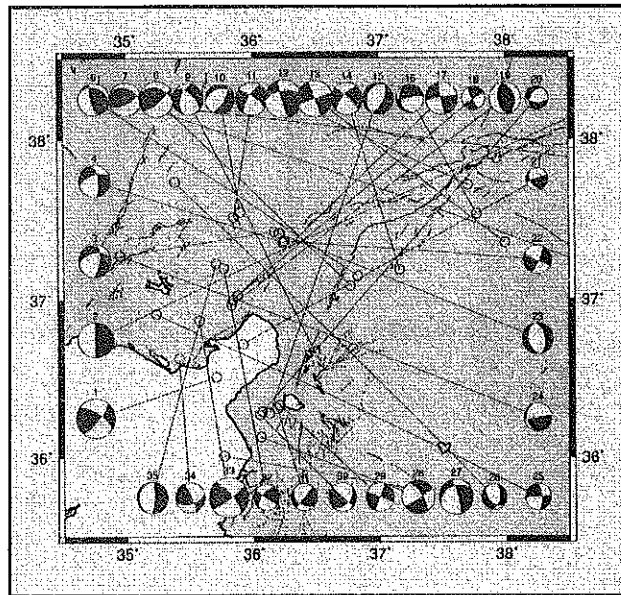


Şekil 3. Asal gerilmeler ve farklı ideal fay tiplerinin yönelimleri arasındaki ilişki. a) En büyük basınç gerilmesi σ_1 'in dikey olduğu normal fay. b) En küçük basınç gerilmesi ile (σ_3 dikey) ters fay. c) Dikey σ_3 ile doğrultu atımlı fay.

Figure 3. The relationship between the orientation of the principal stresses and different ideal fault types. a) Normal fault with maximum compressive stress σ_1 vertical. b) Thrust fault with minimum compressive stress σ_3 vertical. c) Strike-slip fault with intermediate compressive stress σ_2 vertical.

Kullanılan veriler, çeşitli kaynaklardan alınan fay düzlemi çözümlerinden belirlenen P (basınç) ve T (çekme) eksenlerinin yönelimleridir. Yöntemde, depremlerin meydana geldiği gerilme alanında, uzaysal ve zaman boyutunda değişim olmadığı farzedilir. Fay düzleminde ilgili kayma yönü makaslama (shear) gerilme yönü olduğu kabul edilir.

Yöntem, en büyük sıkışma (σ_1), orta sıkışma (σ_2) ve en küçük sıkışma (σ_3) olan üç asal gerilme eksenini ve $R = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\sigma_3 - \sigma_1)$ olarak belirtilen gerilme büyüklüğü oranının belirlenmesinden oluşur. R nin değeri incelenen bölgede baskın olan gerilme rejiminin göstergesidir. $\sigma_1 = \sigma_2$ olduğunda $R = 0$ olur ve açılma rejimi söz konusudur, $\sigma_2 = \sigma_3$ ise $R = 1$ 'dir ve bu durum sıkışma rejimini gösterir, $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ olduğunda $R = 0.5$ tir ve bu doğrultu atımlı rejime işaret eder. σ_1 , σ_2 ve σ_3 gerilme eksenlerinin yatay veya dikey olması konumları faylanma tipini belirler. Gerilme eksenleriyle faylanma tipi arasındaki ilişki Şekil 3'te verilmektedir. Bu dört parametre (σ_1 , σ_2 , σ_3 ve R) bir gerilme modelini oluşturur. Gözlenmiş veri seti ile en iyi şekilde eşleşmiş model en iyi uyumlu gerilme modeli adını alır. En iyi modeli ararken, gerilme eksenlerini belirli aralıklarla arttırarak gerilme tensör modelleri oluşturulur. Hesaplanan gerilme tensörü ile gözlenmiş faylanma mekanizmasının kayma vektörü karşılaştırılır. Karşılaştırma sırasında, kayma



Şekil 4. Tablo 1'de verilen depremlerin faylanma mekanizmaları.

Figure 4. Epicenters and focal mechanisms of earthquakes given in Table 1.

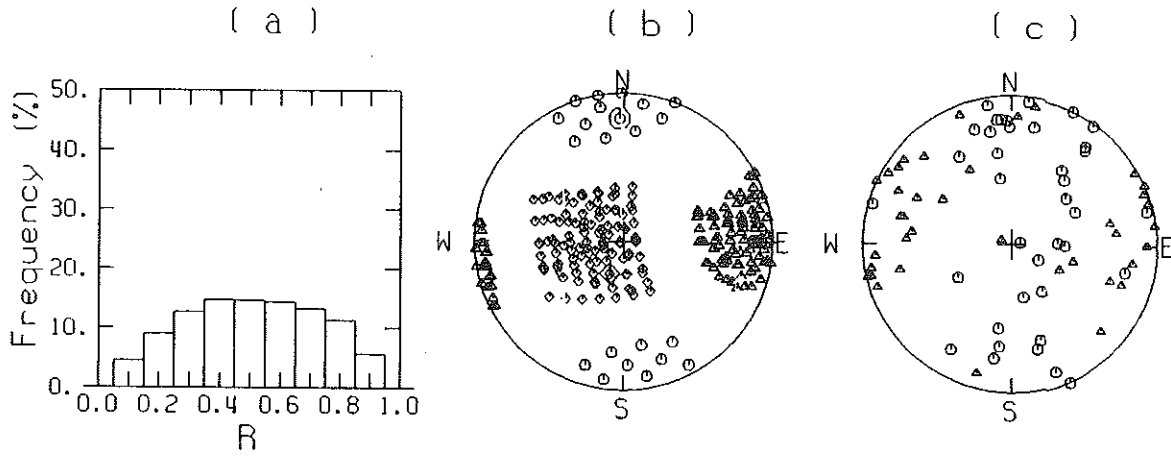
vektörü teorik gerilme modeline uyumlu olacak şekilde döndürülür ve sapma miktarı belirlenir. Sapma miktarı, teorik ve gözlemsel veri arasındaki uyumsuzluğu gösterir. Böylece her gerilme modeli için, gözlenmiş veriler ile tahminleri arasındaki

Tablo 1. Çalışmada kullanılan depremlerin parametreleri. Der: derinlik, M: büyüklük, Doğ.: Doğrultu, D: dalım, K: Kayma, PA: P ekseninin azimutu, PP: P ekseninin dalımı, TA: T ekseninin azimutu, TP: T ekseninin dalımı, R: Kaynaklar. Ey: Eyidoğan (1983), K: Kalafat (1998), E:Ergin (1999) ve H: Harvard CMT Kataloğu.

Table 1. Parameters of the earthquakes used in this study. Der: depth, M: magnitud, Doğ: strike, D: dip, K: rake, PA: azimuth of P axes, PP: plunge of P axes, TA: azimuth of T axes, TP: plunge of T axes, R: Referances. Ey: Eyidoğan (1983), K: Kalafat (1998), E:Ergin (1999) and H: Harvard CMT Catalogue.

No	P	Z	E	B	Der.	M	Doğ.	D	K	PA	PP	TA	TP	R
1	08.04.1951	21:38	36.510	35.710	5	6.2	40	75	25	170	6	263	28	K
2	14.06.1964	12:15	38.130	38.510	33	5.5	360	80	270	270	58	90	35	EY
3	07.04.1967	17:07	37.430	36.170	38	5.2	8	65	-135	229	49	128	9	K
4	07.04.1967	18:33	37.360	36.240	32	5	250	60	-25	214	38	120	5	K
5	30.10.1968	16:51	37.880	38.570	3	4.9	254	67	40	17	8	115	44	EY
6	29.06.1971	09:08	37.150	36.830	35	5	290	28	38	238	25	105	56	EY
7	11.07.1971	20:12	37.160	38.850	19	5.2	295	35	135	173	17	295	60	K
8	17.08.1971	04:29	37.090	36.770	35	5.5	290	35	145	162	20	283	54	K
9	01.01.1975	00:30	36.670	36.490	35	4.8	195	50	-40	170	53	72	6	K
10	15.07.1976	20:24	37.550	35.900	55	4.6	30	65	-110	266	64	135	18	K
11	28.12.1979	03:09	37.520	35.850	47	5.1	210	70	-15	169	24	77	4	K
12	05.05.1986	03:35	37.720	37.700	15	5.9	260	54	9	218	19	116	30	H
13	06.06.1986	10:39	37.360	37.990	15	5.6	250	90	0	25	0	-65	0	H
14	03.08.1986	01:33	37.190	37.160	39	5	220	68	-10	179	22	85	9	K
15	24.06.1989	03:09	36.280	36.130	15	4.8	203	28	-93	300	73	115	17	H
16	10.04.1991	01:08	37.540	37.770	15	4.3	160	27	-136	327	59	104	24	H
17	03.01.1994	21:00	37.000	35.840	26	5	260	82	5	215	2	124	9	K
18	16.01.1994	12:18	37.028	35.878	13	3.7	60	85	170	106	3	15	11	E
19	10.02.1994	06:15	36.970	35.830	17	4.9	170	50	95	256	5	115	84	K
20	16.03.1994	08:08	36.294	36.073	3	3.7	95	60	-50	58	55	158	7	E
21	19.03.1994	02:46	36.723	35.920	14	3.5	145	40	160	9	23	123	44	E
22	21.01.1995	03:48	37.369	36.247	15	4.5	115	85	-170	340	11	-111	3	E
23	13.04.1995	20:23	37.416	36.207	14	4.9	170	40	-90	260	85	80	5	E
24	24.04.1995	23:17	37.277	34.945	6	4.4	80	90	-70	9	42	151	42	E
25	22.06.1995	05:26	36.906	35.237	42	4.1	355	65	-180	217	17	313	17	E
26	29.10.1995	03:32	37.738	35.392	5	3.9	10	50	-50	347	60	253	2	E
27	22.01.1997	17:57	36.010	35.770	15	5.4	345	81	-128	220	41	104	26	H
28	22.01.1997	18:24	36.133	36.060	15	5.2	325	70	-10	283	21	190	7	E
29	23.01.1997	07:09	36.326	36.205	5	4.4	21	90	0	156	0	66	0	E
30	23.01.1997	14:53	36.267	36.052	6	4.4	42	44	0	7	31	257	31	E
31	26.02.1997	22:47	36.310	36.187	5	4.2	40	90	-50	343	33	97	33	E
32	03.01.1998	21:15	37.202	35.767	16	4.1	125	85	150	175	17	77	24	E
33	27.06.1998	13:55	36.870	35.580	30	6.2	53	81	15	187	4	277	17	H
34	04.07.1998	02:15	36.630	35.420	15	4.7	72	55	8	30	19	289	29	H
35	25.06.2001	13:28	37.230	35.710	15	4.9	189	15	-83	269	60	93	30	H

Maras Uçlu Eklemi (358,18), (203,71), (90,8)



Şekil 5. Şekil 4'te odak mekanizmaları verilen Maras üçlü eklem bölgesi için bölgesel gerilme tensör analizinin sonuçları. (a) R değerlerinin histogramı (b) Hesaplanmış asal gerilim eksenlerinin dağılımı (c) Gözlenmiş P ve T eksenlerinin dağılımı. Azimut ve dalım çiftleri σ_1 için (358,18), σ_2 için (203,71), σ_3 için (90,8)'dir.

Figure 5. Result of regional stress tensor analyses for the Maras triple junction region, the focal mechanisms given in Figure 4. (a) Histogram of R values (b) distribution of estimated principal stress axes. (c) distribution of observed P and T axes. Azimuth and plunge pairs of (358,18) for σ_1 , (203,71) for σ_2 and (90,8) for σ_3 .

uyumsuzluklar hesaplanır ve toplanır. Minimum uyumsuzluk, uyumsuzlukların en küçük toplamlarını gösterenlerden biridir ve bölgenin bölgesel gerilme tensörü olarak seçilir.

Çalışmada 1951-2001 yıllarında 35° - 38° K enlemleri ile 36° - 38° D boylamları arasında kalan bölgede meydana gelmiş büyüklükleri $M \geq 3.5$ depremlerin odak mekanizma çözümlerinden gerilme tensörleri hesaplanmıştır. Odak mekanizma çözümleri Harvard CMT katalogu, Eyidoğan (1983), Kalafat (1998) ve Ergin (1999)'dan alınmıştır (Tablo 1). Bu

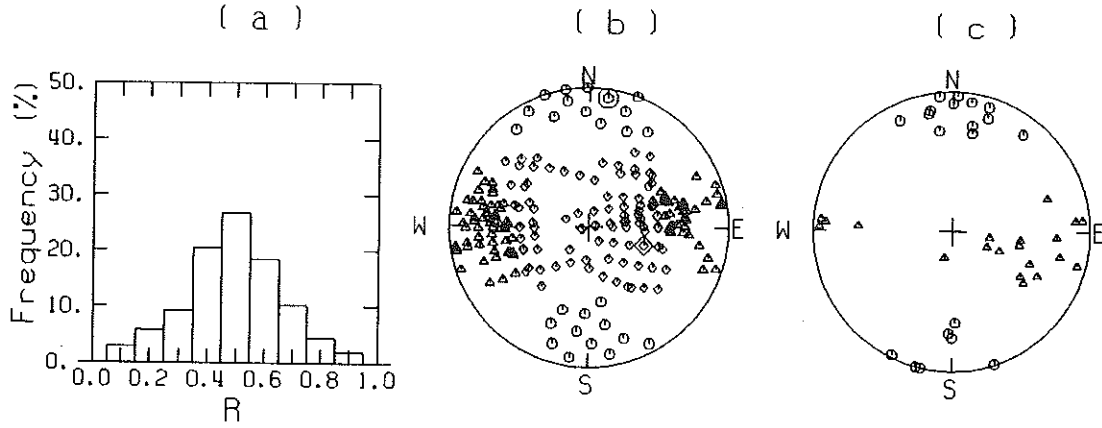
Tablo 2. R değerleri ve yüzdeleri.
Table 2. R values and their percents.

R Değerleri	% R Değerleri
0	0
0.1	4.180
0.2	7.692
0.3	12.542
0.4	15.719
0.5	16.388
0.6	15.385
0.7	13.712
0.8	11.038
0.9	3.344
1	0

depremlerin odak mekanizmaları ve episantırları Şekil 4'te verilmiştir.

Odak mekanizma çözümlerinden tespit edilen P ve T eksenlerinin azimut ve dalımları kullanılarak Gephart (1990)'da açıklanan yöntemle 35° - 38° K enlemleri ile 36° - 38° D boylamları arasında bölgenin gerilme tensörü hesaplanmıştır (Şekil 5). Maras üçlü eklem bölgesi için R değerinin büyüklüğü 0.3

Artçı-1 (8,7), (108,56), (273,33)



Şekil 6. 27 Haziran 1998 Adana depreminin 20 derin artçışoku için bölgesel gerilme tensör analizinin sonuçları. Azimut ve dalım çiftleri σ_1 için (8,7), σ_2 için (108,56), σ_3 için (273,33)'dür.

Figure 6. Result of regional stress tensor analysis for shallow aftershocks of 27 June 1998 Adana earthquake. Azimuth and plunge pairs of (8,7) for σ_1 , (108,56) for σ_2 and (273,33) for σ_3

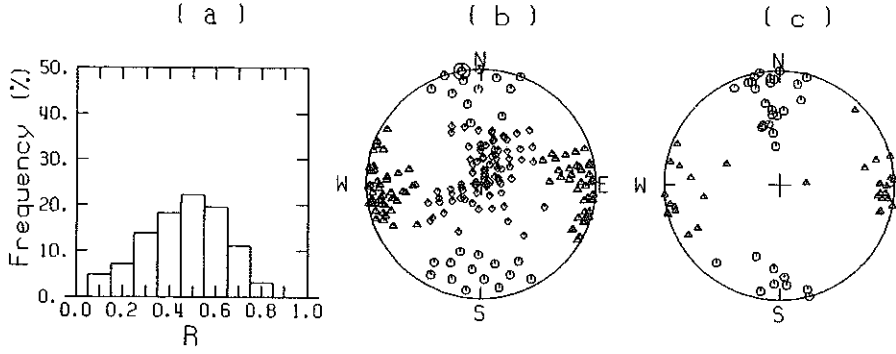
ile 0.8 arasında değişmekte ve en iyi çözümü % 16.39 ile 0.5 değerinde vermektedir (Tablo 2). σ_1 , σ_2 , σ_3 'ün azimut ve dalımları sırasıyla (358,18), (203,71), (90,8) olarak bulunmuştur. (Şekil 5). R değerinin 0.3, 0.4, 0.6, 0.7 ve 0.8 % değerleri de R=0.5 değerine çok yakın olması bölgede doğrultu atımlı tektonik rejimin yanında transpresiv (doğrultu-atım ve ters atım bileşenli) ve transtensiv (doğrultu-atım ve normal faylanma bileşenli) tektonizmanın hakim olan bölgelerde yer aldığını göstermektedir. 27 Haziran 1998 Adana depreminin ($M_w=6.2$), Ergin (1999) dan alınan 40'ı sığ (~15 km.) ve 20'si derin (~30 km.) olmak üzere toplam 60 adet artçışokunun da gerilme tensörleri hesaplanmıştır. Artçı-1 olarak gruplanan 20 adet derin artçışok için R değerinin 0.4 ile 0.6 arasında değiştiği, en iyi çözümü 0.5'te aldığı görülmektedir. σ_1 , σ_2 , σ_3 'ün azimut ve dalımları sırasıyla (8,7), (108,56), (273,33)'tür (Şekil 6). Burada R=0.5 olması doğrultu atımlı bir faylanma mekanizmasını çağrıştırmaktadır. Ancak σ_2 ekseninin

dalımı 56° ve σ_3 ekseninin dalımı 33° olması ters faylanma bileşeni olan faylanma tipine de işaret etmektedir. O yüzden, derinde meydana gelen artçı depremler transpresiv tektonik rejimi göstermektedir.

40 adet sığda oluşmuş artçışoka bakıldığında, R değerinin en iyi çözümü 0.5'te elde edilmiştir. σ_1 , σ_2 , σ_3 'ün azimut ve dalımları sırasıyla (350,0), (80,86), (260,4) olarak değişmektedir (Şekil 7). Burada gerek R=0.5 olması gerekse σ_1 , σ_2 , σ_3 eksenlerinin dalımları bize bu derinlikte doğrultu atımlı bir tektonik rejimin hakim olduğunu göstermektedir.

Ergin (1999)'dan alınan 27 Haziran 1998 Adana depremi sonrası toplam 60 adet artçışokun gerilme analizi yapıldığında, σ_1 , σ_2 , σ_3 'ün azimut ve dalımları (170,9), (17,80), (261,4) olarak bulunmuştur (Şekil 8). σ_1 , σ_2 , σ_3 diyagramsal olarak Şekil 9'da gösterilmiştir. Bu sonuçlar, Maraş bölgesi için elde edilen gerilme tensörü ile karşılaştırıldığında eksenler arasında 10° bir sapma görüyoruz. Bu farkın büyük olasılıkla 27 Haziran 1998 Adana depremi artçı şoklarının gerilme tensörünün elde edilmesinde kullanılan odak mekanizması çözümlerinin tek bir kaynaktan alınmasına rağmen Maraş Üçlü Eklem bölgesinin gerilme tensörünün elde edilmesinde kullanılan odak mekanizma çözümlerinin değişik kaynaklardan sağlanması nedeniyle yani verilerin homojen

Artçı-2 (350,0), (80,86), (260,4)



Şekil 7. 27 Haziran 1998 Adana depreminin derin artçıların bölgesel gerilme tensör analiz sonuçları. Azimut ve dalım çiftleri σ_1 için (350,0), σ_2 için (80,86), σ_3 için (260,4)'dür.

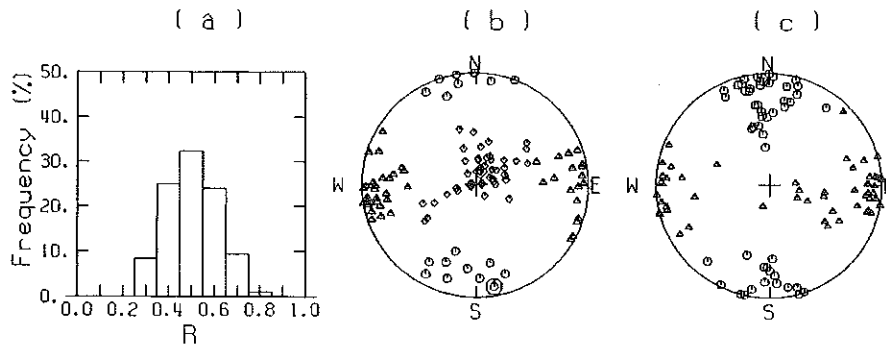
Figure 7. Result of regional stress tensor analysis for deep aftershocks of 27 June 1998 Adana earthquake. Azimuth and plunge pairs of (350,0) for σ_1 , (80,86) for σ_2 and (260,4) for σ_3 .

olmamasından kaynaklanmış olabileceği söylenilebilir.

SONUÇLAR

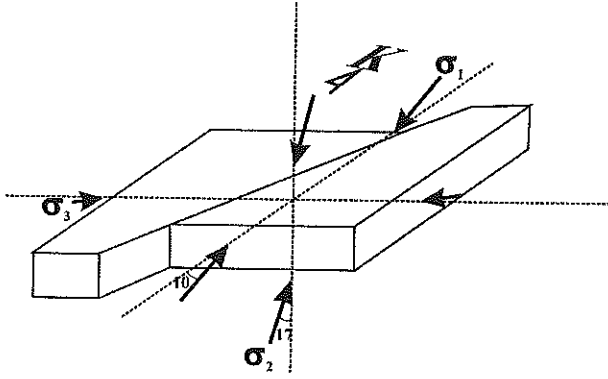
36°-38° K enlemleri ve 35°-38° D boylamları arasında kalan bölgede 1951-2001 tarihleri arasında oluşmuş Harvard CMT Kataloğu, Eyidoğan (1983), Kalafat (1998) ve Ergin (1999)'dan alınan toplam 35 depreme Gephart (1990)'da açıklanan gerilme tensörü analizi uygulanarak, tüm bölgenin gerilme tensörü analizi yapılmıştır. Daha sonra 27 Haziran

Artçılar (170,9), (17,80), (261,4)



Şekil 8. Tüm artçıların gerilme tensör analiz sonuçları. Azimut ve dalım çiftleri σ_1 için (170,9), σ_2 için (17,80), σ_3 için (261,4)'dür.

Figure 8. Result of regional stress tensor analysis for whole aftershocks of 27 June 1998 Adana earthquake. Azimuth and plunge pairs of (170,9) for σ_1 , (17,80) for σ_2 and (261,4) for σ_3 .



Şekil 9. 27 Haziran 1998 Adana depremi artçı şoklarından sonra bölgedeki tektonik rejimin şematik gösterimi.

Figure 9. Schematic representation of the tectonics acting in the source region of the 27 June 1998 Adana earthquake

1998 Adana depreminin Ergin (1999)'dan alınan 20 adet derin, 40 adet sığ ve son olarak da sığ ve derin toplam 60 adet artçışoka gerilme tensörü ters çözüm analizi yapılmıştır. Buna göre;

1) Maraş üçlü eklem bölgesinde R değeri 0.3 ile 0.8 arasında değişmekte, en iyi çözümü $R=0.5$ 'te yaklaşık % 16.39 sıklıkla vermektedir. $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 'ün azimut ve dalım sırasıyla (358,18), (203,71), (90,8) olarak bulunmuştur (Şekil 5). σ_1 en büyük gerilme ekseninin azimutu (3580) Kahle ve diğ., (2000) tarafından GPS verisi ile elde edilen en büyük gerilme ekseninin azimutuyla uyumludur (Şekil 2). Bu veriler ışığında bölgede doğrultu atımlı tektonik rejimin yanında transpressiv ve transtensiv rejimin söz konusu olduğu söylenebilir. Bölgenin karmaşık tektonik yapısı, bu alanda oluşan depremlerin odak mekanizmalarından da görülebilir (Şekil 4).

2) 27 Haziran 1998 Adana depreminin Ergin (1999)'dan alınan 20 adet derinde oluşmuş artçışoka için R değerinin 0.3 ile 0.7 arasında değiştiği ve en iyi çözüm $R = 0.5$ 'te verdiği görülmüştür. $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 'ün azimut ve dalımlarının (8,7), (108,56), (273,33) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6). Bu değerlerden yola çıkılarak bu derinlikte transpressiv bir mekanizma olduğu söylenebilir.

3) 40 adet artçışok için R değeri 0.5'te en iyi çözümü vermektedir. $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 'ün azimut ve dalımları çiftleri (350,0), (80,86), (260,4) olarak

bulunmuştur (Şekil 7). Bu değerler doğrultu-atımlı tektonik rejime işaret etmektedir.

4) Adana depreminin sığ ve derin olmak üzere toplam 60 adet artçışoka için $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 'ün azimut ve dalımları (170,9), (17,80), (261,4) olarak bulunmuştur (Şekil 8) ve Maraş üçlü eklem bölgesi için elde edilen gerilme tensöründen 10° lik bir sapma olduğu bulunmuştur.

5) Maraş üçlü eklemi bölgesi ve Adana depremi'nin toplam 60 adet artçışokunun gerilme tensörü analizi karşılaştırıldığında bölgenin rejiminde 10° lik bir değişimin olduğu görülmüştür. Bu değişim, Maraş Üçlü Eklem bölgesi için elde edilen verilerin farklı kaynaklardan alınmasından dolayı olabilir.

SUMMARY

The Eastern Mediterranean region is a site where complex geological structures are abundant.

The seismotectonics of the region is dominated by the convergence of the African, Arabian and Anatolian plates. Plate tectonic motions, are accomodated along the East Anatolian Fault, Dead Sea Fault and Cyprean Arc. The Africa, Anatolia and Arabia triple junction is generally considered by several researches to lie in the Maras region. Historical documents show that devastating earthquakes occurred along these three fault zones, although during instrumental period no major events have occurred along them.

The aim of this study is to investigate present day tectonics acting in the Maras region. For this, we applied stress tensor analysis utilising 35 events occurred in this region during 1951-2001 and 60 aftershocks of the 27 June 1998 Adana earthquake.

To sum up, our results prove that the Maras triple junction region has very complex tectonic features. The stress tensor analysis applied for the Maras region point out strike-slip, transtensional and transpressive tectonic regime. The 10 degree bias of the stress tensors obtained for the 1998 Adana aftershock region and the Maras triple junction region can be possibly because of the data obtained from different sources.

KATKI BELİRTME

Bu makalenin hazırlanması için bizleri teşvik eden hocamız Sayın Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR'e, ayrıca makalenin son şeklini almasındaki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Yıldız Altınok'a

ve Sayın Prof. Dr. Haluk Eyidoğan'a içtenlikle teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aksu, A.E., Calon, T., Piper, D.J.W., Turgut, S. and İzdar, E., 1992,** Architecture of Late Orogenic Quaternary Basins in Northeastern Mediterranean Sea, *Tectonophysics*, 210, 191-213.
- Ambraseys, N.N. and Barazangi, M., 1989,** The 1759 Earthquake in the Bekaa: Implications for Earthquake Hazard Assessment in the Eastern Mediterranean Region, *J. Geophys. Res.*, 94 (B4), 4007-4013.
- Arpat, E. and Şaroğlu, F., 1972,** The East Anatolian Fault System: thoughts on its Development, *Bull. Min. Res. and Explor. Inst. Of Turkey (M.T.A)*, 78, 33-39. Arpat, E. and
- Şaroğlu, F., 1975,** Some Recent Tectonics Events in Turkey, *Bull. Geol. Soc. Turk.*, 18, 91-101.
- Barka A.A. and Kadisky-Cade, K., 1988,** Strike Slip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity, *Tectonics*, 7(3), 663-684.
- Barka A.A. and Reilinger, R., 1997,** Activite Tectonics of the Eastern Mediterranean Region: Deduced from GPS, Neotectonics and Seismicity Data, *Anali di Geofisica*, 6(3), 587-610.
- Chorowics, J., Luxey, P., Lyberis, N., Carvalho, J., Parrot, J.F., Yürür, T. and Gündoğdu, N., 1994,** The Maras Triple Junction (Southern Turkey) based on Digital Elevation Model and Satallite Imaginary Interpretation, *J. Of Geoph. Res.*, 99, B10, 20225-20242.
- Gündoğdu, N., 1994,** The Maras Triple Junction (Southern Turkey) based on Digital Elevation Model and Satallite Imaginary Interpretation, *J. Of Geoph. Res.*, 99, B10, 20225-20242. Elevation Model and Satallite Imaginary Interpretation, *J. Of Geoph. Res.*, 99, B10, 20225-20242.
- DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F. and Stein, S., 1990,** Current Plate Motions, *Geophys. J. Int.*, 101, 2, 425-478.
- DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F. and Stein, S., 1994,** Effects of Recent Revision to the Geomagnetic Reversal Time Scale on Estimates of Current Plate Motions, *Geophys. Res. Lett.*, 21, 2191-2194.
- Demirtaş, R. and Yılmaz, R., 1996,** Seismotectonics of Turkey: Preliminary Approach to Earthquake Forecasting Based on Long-Term Variations in Seismic Activity and Present-Seismicity, *Seismological Division, Earthquake Res. Dep. Ministry of Reconstruction and Resettlement Sp. Publ.*
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C., 1986,** Sorting of Continental Lithosphere: the Neotectonics of Eastern Anatolia – a Young Collision Zone, in *Collision Tectonics*, geological Soc. Spec. Publ., 19, 3-36.
- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1979,** Aegean and Surrounding Regions: Complex Multiplate and Continuum Tectonics in a Convergent zone, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 90, 84-92.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. and Bonnin, J., 1973,** Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine System, *G.S.A. Bull.*, 54, 3137-3180.
- Ergin, M., 1999,** Kilikya Bölgesinin Güncel Sismisitesi ve Sismotektoniği, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi.*
- Eyidoğan, H., 1983,** Bitlis- Zağros Bindirme ve Kıvrımlı Kuşağının Sismotektonik Özellikleri, *İ.T.Ü. Maden Fak., Doktora Tezi.*
- Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, T., Weisboard, T. and Derin, B., 1970,** The Shear Along the Dead Sea Rift, *Philos. Trans. R. Soc.*, London, 267, 107-130.
- Garfunkel, Z., 1981,** Internal Structure of the Sea Leaky Transform in Relation to Plate Kinematics, *Tectonophysics*, 80, 81-108.
- Garfunkel, Z., Zak, I. and Freund, R., 1981,** Active Faulting in the Dead Sea Rift, *Tectonophysics*, 80, 1-26.
- Gephart, J.W. and Forsyth, W.D., 1984,** An Improvent Method for Determining the Regional Stress Tensor Using Earthquake Focal Mecanism Data: Applications to the San Fernando Earthquake Sequence, *J. Geophys. Res.*, 69, 9305-9320.
- Gephart, J.W., 1990,** FMSI: a Fortran Program for inverting Fault/Slickenside and Eartquake Focal Mechanism Data to Obtain the Regional Stress Tensor, *Comput. Geosci.*, 16, 953-989.
- Gülen, L., Barka, A. and Toksöz, M.N., 1987,** Kıtaların Çarpışması ve İlgili Kompleks

- Deformasyon, H.Ü. Yerbilimleri Der.,14, 319-336.
- Jackson J.A. ve McKenzie, D.P., 1984;** Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt Between Western Turkey and Pakistan, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 77,185-246.
- Jackson J.A. ve McKenzie, D.P., 1988,** The Relationship between Plate Motions and Seismic Moment Tensor and the Rates of Active Deformation in the Mediterranean and Middle East, *Geophys. J.R.Astr. Soc.*, 93,45-73.
- Jackson, J.A. and McKenzie, D.P., 1984,** Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between Western Turkey and Pakistan, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 77, 185-246.
- Kahle, H., et al., 2000,** GPS-Derived Strain Rate Field within the Boundary Zones of the Eurasian, African, and Arabian Plates, *J. Geophys. Res.*,105,B10, 23,353-23,370.
- Kalafat, D., 1998,** Anadolu'nun Tektonik Yapılarının Deprem Mekanizmaları Açısından İrdelenmesi, *DAB*, 25, 77.
- Karig, D.E. and Kozlu, H., 1990,** Late Palaeogene-Neogene Evolution of the Triple Junction Region Near Maraş, South-Central Turkey, *J. Of the Geological Soc.*,147,1023-1034.
- Kempler, D. and Garfunkel, Z., 1994,** Structures and Kinematics in the Northeastern Mediterranean: A Study of an Irregular Plate Boundary, *Tectonophysics*, 234, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*19-32.
- Ketin, İ., 1948,** Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen Anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums, *Ged. Rdsch.*, 36, 77-83.
- Koçyiğit, A., 1983,** Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği, *TJK Bülteni*, C.26, 1, 1-10.
- Le Pichon, X. and Angelier, J., 1979,** The Hellenic Arc and Trench System: A Key to the Neotectonics Evolution of the Eastern Mediterranean Area, *Tectonophysics*, 117, 259-294.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E. and Gündoğdu, N., 1992,** The East Anatolian Fault: an Oblique Collision Belt, *Tectonophysics*, 204, 1-15.
- Mantovani, E., Albarello, D., Tamburelli, C., Babucci, D. and Viti, M., 1997,** Plate Convergence, Crustal Delamination, Extrusion Tectonics and Minimization of the Shortening's Work s a Main Controlling Factors of the Mediterranean Deformation Pattern, *Annali di Geofisica*, 40, 611-643.
- Mart, Y. and Woodside, J., 1994,** Preface: Tectonics of the Eastern Mediterranean, *Tectonophysics*, 234, 1-3.
- McClusky, S., et al., 2000,** Global Positioning System Constraints on Plate Kinematics and Dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, *J. Geophys. Res.*, 105, 5695-5719.
- McKenzie, D.P., 1970,** The Plate Tectonics of the Mediterranean Region, *Nature*, 226, 239-241.
- McKenzie, D.P., 1972,** Active Plate tectonics of the Mediterranean Region, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 30 (2), 109-185.
- McKenzie, D.P., 1978,** Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean Sea and Surroundings Regions (Tectonics of the Aegean Region), *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 55, 217-254.
- Nur, A. and Ben-Avraham, Z., 1978,** The Eastern Mediterranean and the Levant: Tectonics of Continental Collision, 46, 297-31.
- Perinçek, D. and Çemen, İ., 1990,** The Structural Relationship between the East Anatolian and Dead sea Fault Zones in Southeastern Turkey, *Tectonophysics*,172, 331-340
- Pınar, A. and Kalafat, D., 1999,** Source Processes and Seismotectonic Implications of the 1995 and Cyprus, Eastern Mediterranean Region, *Earthquakes, Tectonophysics*, 301, 217-230.
- Pınar, A. and Türkelli, N., 1997,** Source Inversion of the 1993 and 1995 Gulf of Aqaba Earthquakes, *Tectonophysics*, 283, 279-288
- Quennel, A.M., 1959,** The Structural and Geomorphic Evolution of the Dead Sea Rift, *Q. Jour. Geol. Soc. London*, 114, 1-24.
- Reillinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, B. M., King, R. W. and Toksöz, M.N., 1997,** Global Positioning System Measurements of the Present Day Crustal Movements in the Arabia-Africa-Eurasia Plate Collision Zone, *J. Geophys. Res.*, 102(B5), 9983-9999.
- Robertson, A.H.F., 1977,** Tertiary Uplift History of the Torodos Massif, Cyprus, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88, 1763-1772.

- Rotstein, Y. and Kafka, A.L., 1982,** Seismotectonics of the Southern Boundary of the Anatolia. Eastern Mediterranean Region, Subduction, Collision and Arc Jumping, *J. Geophys. Res.*, 87, 7694-7706.
- Şaroğlu, F. and Yılmaz, Y., 1990,** Tectonics of the Karlıova Triple Junction, *Bull. Of the ITU*.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. and Kuşçu, İ., 1992,** The East Anatolian Fault Zone of Turkey, *Ann. Tectonice*, VI, 99-125.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985,** Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study, in *Strike-Slip Faulting and Basin Formation*, Society of Econ. Paleont. Min. Sec. Pub.37.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981,** Tethyan Evolution of Turkey: a Plate Tectonic Approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241. Şengör, A.M.C., 1979, The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance, *J. Geol. Soc. London*, 136, 269-282.
- Westaway, R., 1994,** Present Day Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean, *J. Geophys. Res.*, 99, 12,071-12,090.
- Yürür, J. T. and Chorowicz, J., 1998,** Recent Volcanism, Tectonics and Plate Kinematics near the Junction of the African and Anatolian Plates in the Eastern Mediterranean, *J. Of Volcanology and Geothermal Res.*, 85, 1-15.

Makalenin geliş tarihi: 14.01.2002

Makalenin yayına kabul tarihi: 29.04.2002

Received January 14, 2002

Accepted April 29, 2002