

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EGE BÖLGESİ'NİN SİSMOTEKTONİĞİ

Gökçe DÜNDAR

Ağustos, 2010

İZMİR

EGE BÖLGESİ' NİN SİSMOTEKTONİĞİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sismoloji Anabilim Dalı

Gökçe DÜNDAR

Ağustos, 2010

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

GÖKÇE DÜNDAR tarafından **YARD. DOÇ. DR. ORHAN POLAT** yönetiminde hazırlanan “**EGE BÖLGESİ’NİN SİSMOTEKTONİĞİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yard.Doç.Dr. Orhan POLAT

Yönetici

Öğr. Gör. Mehmet KURUOĞLU

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Zafer Akçığ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Hazırlamıő olduđum bitirme tezinde bana rehberlik eden ve her tűrlű konuda yardımını esirgemeyen, deđerli vaktini bana ayıran sayın tez danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Orhan POLAT' a sonsuz teőekkűr ederim.

Çalıőmalarım kapsamında mikro-sismoloji deprem verilerini, 105G019 no'lu *Tűrkiye'nin Deprem Riski Yűksek –ancak tektonik rejimleri farklı– Bűlgelerinde Deprem Davranıőının Çok Disiplinli Yaklaőımlarla Araőtırılması* isimli TURDEP projesi kapsamında kullanma imkanı sađlayan TŪBİTAK Marmara Araőtırma Merkezi (MAM) Yer ve Deniz Bilimleri Enstitűsű Műdűrlűđű yetkililerine teőekkűrű bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen aileme minnettarım.

Gűkçe DŪNDAR

EGE BÖLGESİ' NİN SİSMOTEKTONİĞİ

ÖZ

Bu tez çalışmasında, Ege Bölgesinin güncel deprem etkinliği ve sismotektonik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla; TÜRDEP (Türkiye Deprem) PROJESİ (Proje No: 105G019) kapsamında 2007 yılından itibaren kurulan 29 adet mikro-sismoloji istasyonu tarafından kaydedilmiş depremlerden faydalanılmıştır.

Elde edilen deprem etkinliği ile fay yapıları arasındaki kinematik ilişkileri ve bölgenin tektoniğini daha iyi anlamak için, odak mekanizma çözümleri yapılmıştır. Bu hedef doğrultusunda belli kriterleri sağlayan, doğruluk payı yüksek depremler seçilmiş ve elde edilen fay düzlemi çözümleri haritalanmıştır. Seçilen depremlerin büyüklük aralığının 2.9 ile 4.2 arasında değiştiği, derinliklerinin ise yer kabuğunun üst kesimlerinde ($h < 20$ km) yoğunlaştığı gözlenmiştir.

Elde edilen fay düzlemi çözümlerinin, bölgenin aktif tektoniği ile uyumlu olduğu anlaşılmıştır. Ağırlıklı olarak normal veya doğrultu atımlı faylanma mekanizmaları elde edilmiştir. Bu ise Ege bölgesindeki depremlerin; normal ve ters faylanma sistemleri denetiminde meydana geldiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Ege Bölgesi, Deprem etkinliği, Sismotektonik, Odak mekanizma çözümleri

SEISMOTECTONICS OF THE AEGEAN REGION

ABSTRACT

Present seismicity and seismotectonics of the Aegean Region has been investigated in this thesis study. For this purpose, earthquake data which is obtained from the 29 micro-seismologic stations installed starting from the year of 2007 in the frame of TURDEP (Earthquake of Turkey) Project (Project No: 105G019), was used.

Focal mechanisms have been investigated to reveal kinematic relationships between obtained earthquake activity and fault structures, and to better understand the tectonics of the region. Fault plane solutions were mapped and precise events which were provided certain criterias, have been chosen in this manner. Magnitude intervals of the selected earthquakes have been observed between 2.9 and 4.2, and depth of the events are concentrated within the upper earth crust ($h < 20$).

It is understood that obtained focal mechanism are comparable with the active tectonics of the region. As majority, normal and strike-slip faulting mechanisms are obtained. This result are shown that earthquakes in the Aegean Region have been occurred in the control of normal and reverse fault systems.

Keywords: Aegean Region, Earthquake activity, Seismotectonics, Focal mechanisms solutions

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR - GİRİŞ	1
BÖLÜM İKİ - EGE BÖLGESİ' NİN JEOLJİSİ VE TEKTONİĞİ	3
2.1 Jeoloji	3
2.2 Tektonik Yapı	6
BÖLÜM ÜÇ - DEPREM ETKİNLİĞİ	9
3.1 Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği	9
3.2 Aletsel Dönem Deprem Etkinliği	11
3.3 Fay Düzlemi Çözümleri	13
BÖLÜM DÖRT - DEPREMLERİN OLUŞUMU VE ODAK MEKANİZMA ÇÖZÜM AŞAMALARI	15
4.1 Depremlerin Oluş Mekanizması	15
4.2 Odaktaki Kuvvet Sisteminin Deprem Dalgalarının Genliği Üzerine Etkisi	17
4.3 P-Dalgalarının İlk Hareket Yönleri İle Fay Düzlemi Çözümü	20
4.4 Focmec Programı İle Odak Mekanizma Çözümü Aşamaları	24
BÖLÜM BEŞ - EGE BÖLGESİ' NİN GÜNCEL SİSMOTEKTONİĞİ	26
5.1 Turdep-Eas Deprem İstasyonlarının Konumları	27

5.2 Odak Mekanizması Çözümünde Kullanılacak Depremlerin Seçiminde Göz Önüne Alınan Parametreler	30
5.3 2007-2009 Yılı Turdep-Eas Depremleri	29
BÖLÜM 6- SONUÇLAR VE YORUMLAR	47
KAYNAKLAR	50
EKLER	52

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Ege Bölgesi hem jeolojik açıdan hem de tektonik açıdan önemli ve araştırılması gereken bir bölgedir. Deprem tehlikesi açısından birinci derece deprem kuşağında yer almaktadır. Tektonik açıdan karmaşık bir yapıya sahip olan Ege Bölgesi'nde, tek bir fay hattından söz etmek olanaksızdır. Birbirinden bağımsız ve odak çözümleri farklı birçok önemli fay hattı bulunmaktadır. Bulunan bu fay hatlarının dışında belirlenemeyen birçok fayın ise, depremler sayesinde varlığı anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Ege Bölgesi'nin güncel deprem etkinliği ve sismotektonik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla; TÜRDEP (Türkiye Deprem) PROJESİ kapsamında 2007 yılında kurulan 29 adet mikro-sismoloji istasyonu tarafından kaydedilmiş depremlerden faydalanılmıştır. Odak mekanizması çözümleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar haritalanmıştır.

Bölüm 2' de çalışma alanının jeolojisi ve tektoniği anlatılmıştır. Batı Anadolu' nun başlıca jeolojik unsurları; Metamorfik topluluklar, Neojen havza çökelleri, Oligo-Miyosen'den başlayıp Kuvaterner'e kadar aralıklarla gelişimini sürdürmüş magmatik topluluklar, D-B doğrultulu graben havzaları ve Ege denizel ortamıdır. İnceleme alanında bölgesel olarak 4 ana birim bulunmaktadır. Bunlar yaşlıdan gence doğru; Palezoik Yaşlı Metamorfik Kayaçlar, Mesozoik Yaşlı Kayaçlar, Neojen Yaşlı Görsel Tortul Kayaçlar ve Kuvaterner Yaşlı Alüvyon olarak sıralanmaktadır. Ege'nin aktif tektonizması, iki önemli jeolojik olayın etkisi altında gelişmektedir. Bunlar'dan biri Ege dalma batma sistemi, diğeri ise Arabistan levhasının, Anadolu'yu kuzey yönünde sıkıştırmasıdır. Bu nedenle Ege, günümüzde tektonikçe aktif bir bölge niteliğindedir.

Bölüm 3' de Ege Bölgesi' nin deprem etkinliği ve mevcut odak mekanizma çözümleri incelenmiştir. Batı Anadolu' da çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin bazıları bölgede can kaybı ve maddi hasarlara neden olmuştur. Son yüzyılda meydana gelen depremler içerisinde en büyük deprem 21 Aralık 1945 tarihli Torbalı (M= 6.8) ve 16 Temmuz 1955 Söke-Aydın (M=6.8) depremleridir. Bölgedeki fay düzlemi çözümlerine bakıldığında zaman bu graben sistemleri ile uyumlu normal atım bileşenine sahip deprem mekanizma

çözümleri gözlenmektedir. Fayların doğrultularının Ege açılma rejimi ile uyumlu olacak şekilde, D-B yönelimli olduğu anlaşılmaktadır.

Bölüm 4' de depremlerin oluş mekanizması ve FOCMEC programı ile fay düzlemi çözümlerinin aşamaları anlatılmıştır. Genel olarak programın çalışma prensibi; girişe uygun formattaki dosyası (focmec.run) verilerinden, en olası çözüm seçeneğini denetler, düzlemlerin kaç derece arayla schmidt abağı üzerinde kaydırılacağını sorar ve elde edilen sonuçları şekil üzerinde listeler. Odak mekanizması çözümü sonucu elde edilen düzlemlere ilişkin doğrultu (azimut), dalım (dip) ve kayma (rake) açıları sonuç dosyasına yazılır.

Bölüm 5' de Ege Bölgesi' nin güncel sismotektoniği yorumlanmıştır. Odak Mekanizması Çözümünde Kullanılacak Depremlerin Seçiminde Göz Önüne Alınan Parametreler anlatılmıştır. Seçilen depremlerin derinliklerinin ilk 35 km de gelmiş olması, magnitüdlerinin alt limiti olarak 2.9 alınması, $GAP \leq 180^\circ$ olmak şartıyla en az 10 istasyon tarafından kaydedilen depremler kullanılmıştır.

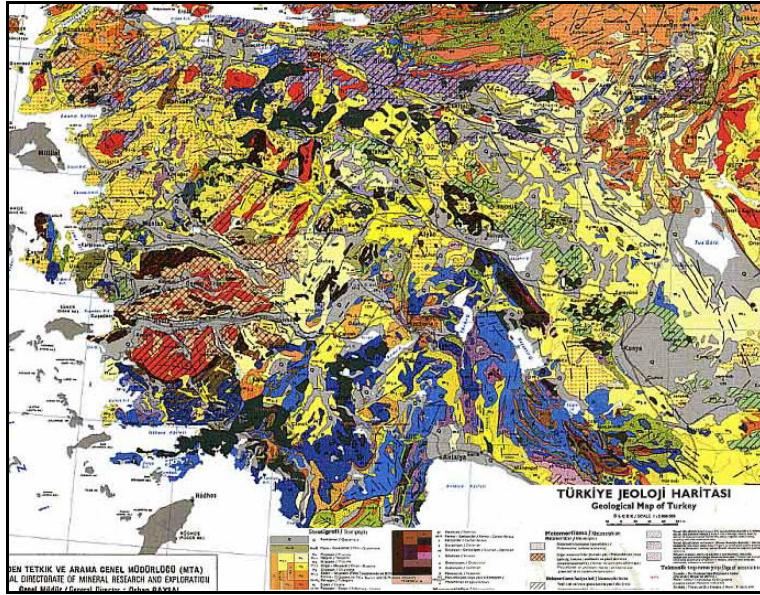
BÖLÜM İKİ

EGE BÖLGESİ' NİN JEOLJİSİ VE TEKTONİĞİ

2.1 Jeoloji

Batı Anadolu Bölgesi'nin başlıca jeolojik unsurları; Metamorfik topluluklar, Neojen havza çökelleri, Oligo-Miyosen'den başlayıp Kuvaterner'e kadar aralıklarla gelişimini sürdürmüş magmatik topluluklar, D-B doğrultulu graben havzaları ve Ege denizel ortamıdır.

İnceleme alanında bölgesel olarak 4 ana birim bulunmaktadır. Bunlar yaşlıdan gence doğru; Palezoik Yaşlı Metamorfik Kayaçlar, Mesozoyik Yaşlı Kayaçlar, Neojen Yaşlı Görsel Tortul Kayaçlar ve Kuvaterner Yaşlı Alüvyon olarak sıralanmaktadır.



2.1 Ege Bölgesi' nin jeoloji haritası (MTA,2002)

Ege bölgesinin en yaygın jeolojik birimi, Neojen çökelleridir. Bunlar Ege adalarının hemen hepsinde ve Batı Anadolu'da yaygındır. Çökeltme genellikle erken Miyosende başlamıştır. Trakya ve bazı kuzey Ege adalarında görülen denizel ortamdaki çökeltme dışında, hemen tüm Ege'de çökeltme erken Miyosende, karasal bir ortamda başlamıştır. Çökeltme çoğunlukla birbirleriyle bağlantılı ve düşük enerjili bir görsel ortamda gelişmiştir. Bu ortamın en yaygın birimleri bitümlü şeyllerdir. Menderes masifinin günümüzdeki yükselimi o dönemde henüz gelişmiş olmadığı için, çökeltme ortamının Menderes masifi alanlarını da büyük ölçüde

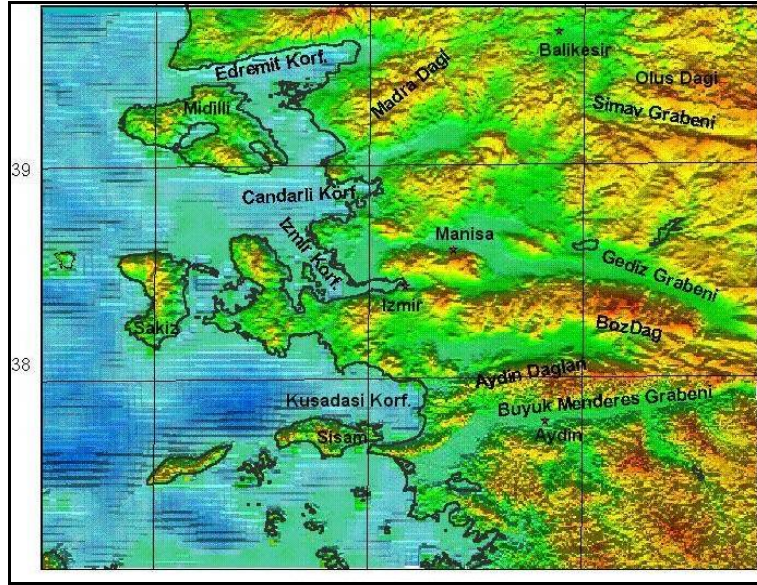
kaplamış olduğu anlaşılmaktadır. Batı Anadolu'daki bu karasal ortam Ege'den Yunanistan'a kadar süreklilik göstermektedir (Yılmaz, 2000).

Ege'nin günümüzdeki egemen yapı unsurları olan D-B grabenler, geç miyosenden sonra olasılıkla Pliyosen sonu Pleyistosen'de gelişmeye başlamıştır (Yılmaz, 2000). Bunlar Batı Anadolu ve Ege denizini belirli aralıklarla ve az çok D-B gidişli dar yapısal havzalar halinde bölmüştür. Bu grabenler Ege denizi içinde de deniz taban topoğrafyasını şekillendirmiş ve az çok KD-GB gidişli derin graben çanakları oluşturmuştur. Gerilme sistemi içinde gelişen bu grabenlerde ve yakın çevrelerinde kıta kabuğu 30 km'den daha incelmıştır. Buna bağlı olarak Ege ortasında yer alan denizel ortam, gerilmeli sistemlerin oluşturduğu yapısal alçalım alanlarına doğru Ege karası içine sokulmaya başlamıştır. Grabenler çoğunlukla her iki tarafları da faylı olmakla birlikte asimetric bir gelişim göstermiştir. Gerilmenin giderek geliştiği Kuvaternerde hızla yeniden yükselen Menderes Masifinin aşınmasının ürünü olan klastik gereç sığ sahil ortamlarını kaplamış, son dönemlerde denizi yerel olarak doldurulup, antik kıyı kentlerin kara içerisinde kalmasına yol açmıştır.

Ege bölgesi günümüzde kıta içlerinde aktif gerilmenin hızlı geliştiği yörelere iyi bir örnektir. Aktif gerilme yılda 3-4cm hızla gelişimini sürdürmektedir. Litosferin incilmesi bölgenin jeotermal enerji potansiyelini arttırırken, aktif tektonizma ile gelişen sismik aktivite pek çok yıkıcı depremin nedeni olmaktadır (Yılmaz, 2000).

Anadolu-Ege bloğunun graben havzalarının Erken-orta Miyosen döneminde meydana gelen termal çökme sonucu oluştuğu ileri sürülmüştür. Orta-geç Miyosen dönemi tam olarak bilinmemektedir, ancak yavaş gerilmenin bu dönemde başladığı ileri sürülmüştür. Yine D-B grabenlerinin esas hareketinin Pliyosende meydana geldiği düşünölmektedir (Erdik,2000).

Batı Anadolu bölgesi, K-G yönlü gerilmelerin etkisi altındadır. Bu K-G yönlü gerilmeler sonucunda oluşan D-B doğrultulu grabenler, Batı Anadolu'nun en egemen jeolojik ve morfolojik unsurudur. Bu grabenlerin kenarları normal faylarla sınırlıdır ve bu faylar sismik olarak oldukça aktiftir. Bu grabenler kuzeyden güneye doğru; Edremit Körfezi, Bakırçay-Simav grabeni, Gediz-Küçük Menderes grabenleri, Büyük Menderes ve Gökova Körfezi grabenleri şeklinde sıralanabilir.



2.2 Ege Bölgesi'nin topoğrafya haritası (IBB, 2006)

Batı Anadolu ve Ege bölgesinde, Gökova grabeninden Edremit grabenine kadarki tüm yörede en yaygın yapı unsurları, K-G gerilme rejimi altında gelişmiş olanlardır. Bu yapılar bölgenin her yaştaki Neojen kaya grubunu etkilemişlerdir.

Ege graben sisteminin Edremit Körfezi'ni içine alan kuzey kesimi, Kuzey Anadolu fayı ile Batı Anadolu'daki çekme rejiminin etkisi altında bulunmaktadır. Dolayısıyla bu bölgede oluşmuş depremlerin odak mekanizmaları, hem normal hem de yatay bileşenlerin hâkim oldukları birleşik fay çözümleri vermiştir.

Ege graben sisteminin ikinci alt bölgesini, KKD yönelimli Bakırçay grabeni ile KKB yönelimli Simav grabeni oluşturur. Bu grabenler, kenarları doğrultu atım bileşenli normal faylar olan büyük çöküntü alanlarını temsil ederler. Çandarlı Körfezi ile Soma arasında uzanan Bakır çay grabeni, 10–20 km genişliğe ve 80 km uzunluğa sahiptir.

Ege Bölgesindeki grabenler; Bakırçay, Gediz, B. Menderes, K. Menderesdir. Ege Bölgesindeki horst yapıları; Kaz dağı, Madra dağı, Yüne dağı Bozdanlar, Aydın dağları ve Menteşe dağlarıdır.

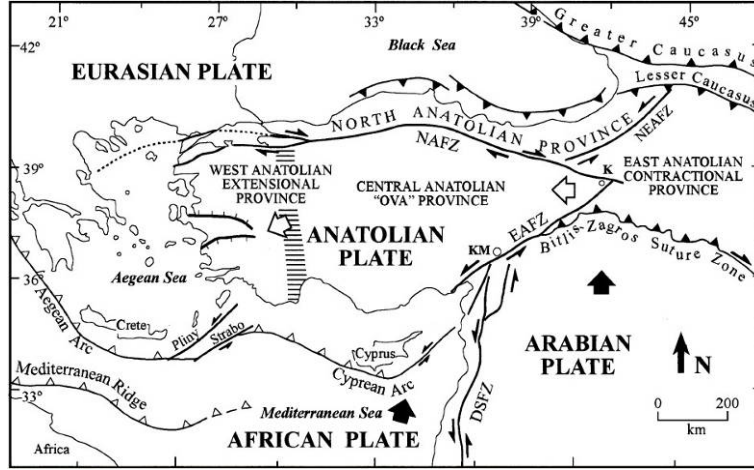
2.2 Tektonik Yapı

Ege'nin aktif tektonizması, iki önemli jeolojik olayın etkisi altında gelişmektedir. Bunlar'dan biri Ege dalma batma sistemi, diğeri ise Arabistan levhasının, Anadolu'yu kuzey yönünde sıkıştırmasıdır. Bu nedenle Ege, günümüzde tektonikçe aktif bir bölge niteliğindedir. Ege Bölgesi, günümüzde aktif bir K-G gerilme deformasyonunun etkisindedir. Batı anadolu, günümüzde başlıca iki etkin hareketin denetiminde tektonik gelişim göstermektedir. Bunlardan birisi, Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu fayının sınırladığı levhacığın, Karlıova birleşme noktasından başlayarak, ortalama 20mm/yıl batı yönünde, ilerlemesidir. Bu kaçmanın vektörü, Batı Anadolu'da oldukça keskin dönüşle Güney batıya yönelmekte ve Yunan Hendeği üzerine ilerlemektedir. Diğeri yandan Batı Anadolu, aynı zamanda K-G yönlü bir gerilmeye uğramaktadır. Buna bağlı olarak bölge 3-6 cm/yıl gerilmektedir. Bunun sonucunda, bölgenin jeolojisinde egemen yapı unsurları D-B gidişli Grabenler gelişmektedir. Bu fayların üzerinde sürekli bir sismik aktivite kaydedilmektedir.

Batı Anadolu'nun K-G doğrultulu açılma tektoniği kuramı birçok yerbilimci tarafından kabul edilmekle birlikte, bu açılmanın mekanizmasını değişik yapısal modeller üzerinde tartışmaktadırlar. Yerbilimcilerin Batı Anadolu'ya ilişkin çalışmalarından McKenzie (1972) Anadolu plakasını Ege ve Anadolu plakaları olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Daha sonra McKenzie (1978) bu önerisine farklı bir yorum getirerek, Batı Anadolu'nun kıtasal litosferinin bir elin parmaklarının açılmasına benzer şekilde gerilerek yayıldığını ve K-G açılmanın günümüzde de devam ettiğini önermiştir. Alptekin (1973) ise, Anadolu plakası'nın tek parça olarak batıya hareket ettiğini, K-G doğrultulu açılmanın ise üst mantoda meydana gelen bir yükselme ile açıklamaktadır. Bingöl (1976) bu olguyu destekleyerek Batı Anadolu'daki üst manto yükselmesinin kabukta incelmeye neden olduğu ve grabenlerin geliştiğini belirtmektedir.

Dewey ve Şengör (1979) tarafından önerilen modelde McKenzie (1972) Nil Ege plakası üçe bölünmektedir. Bu çalışmada Anadolu bloğunun batıya kaçışının Yunan makaslanma bölgesi boyunca frenlenmesi bölgede bir D-B doğrultulu sıkışmaya neden olmakta ve bu sıkışma sonucunda K-G doğrultulu açılmaların geliştiği önerilmektedir. Kocaefe (1981) bölgenin güncel tektoniğinin KG-GD doğrultulu aktif faylarla geliştiğininve D-B doğrultulu çöküntü alanlarının fizyografik şekillerinin bölgede bindirme tektoniğinin denetimi altında olduğu savını öne sürmektedir. Akçığ (1988), Batı Anadolu'daki D-B yönelimli çöküntü

alanlarının üst mantoda bir yükselim (kabukta incelme) sonucu KG doğrultulu gerilme tektoniğine paralel olarak gelişen rift sistemlerini önermiştir. Son yıllarda, McClusky (2000) GPS verilerini kullanarak Afrika, Arap ve Avrasya levhalarının çarpıştığı aktif bir alanda sürekli deformasyonlar gözlenmiştir.

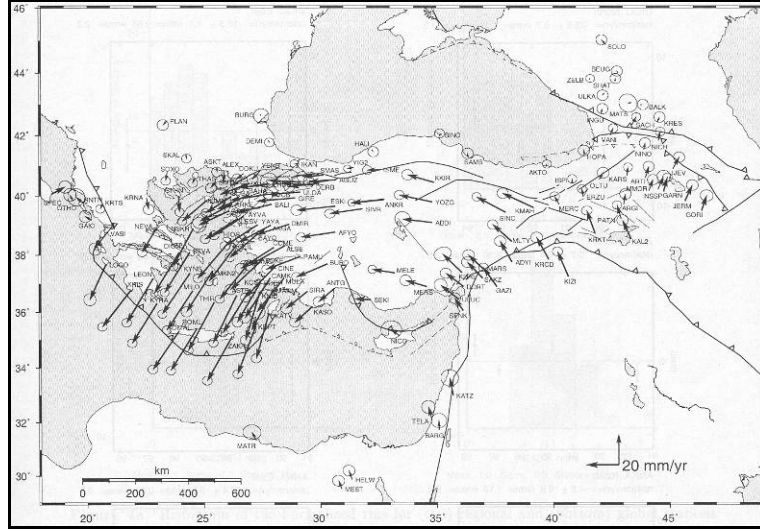


2.3 Türkiye'nin ana neotektonik yapılarını gösteren harita
(Bozkurt, 2001)

Batı Anadolu ve Ege bölgesinde, Gökova grabeninden Edremit grabenine kadarki tüm yörede en yaygın yapı unsurları, K-G gerilme rejimi altında gelişmiş olanlardır. Bu yapılar bölgenin her yaştaki Neojen kaya grubunu etkilemişlerdir.

Akdeniz'de Ege levhası altında 35 ile 1.1 cm/yıl hızla dalan Afrika levhalarının eriyen bölümlerinin Ege bölgesini kaldırarak askıya alması yerçekimsel kırıklarla doğu-batı doğrultulu çöküntü alanlarının oluşumuna neden olmuştur (Yılmaz, 2000).

GPS verilerine göre Anadolu levhası, doğu ve orta kesimlerde batı yönünde, yaklaşık 18-22 mm/yıl hareket etmektedir. Hareket, batıda saatin tersi yönünde bir rotasyonsal harekete dönüşerek, Ege hendeğine doğru yüksek bir hızla (40 mm/yıl) ilerlemektedir. Bu hareket, hafif kıta kabuğunun ağır okyanus kabuğu üzerinde kayması gibi yorumlanabilir. Bir diğer bakışla, Doğu Akdeniz okyanus tabanı, Ege levhası altına doğru hızla dalıp batmaktadır.



2.4 Türkiye ve çevresindeki tektonik plaka hareketleri
(McClusky ve diğ., 2000)

Batı Anadolu'da yer kabuğu 25–30 km kalınlığındadır. Bölgede rint türü Kuvaterner volkanizma ve yüksek ısı akışı belirtileri vardır. Ege' de Doğu-Batı yönünde uzanan grabenlerin kenar fayları 30-35° eğimli normal faylardır Kocaefe (1982), Batı Anadolu Bölgesi'ndeki yaygın depremselliğin plaka içi veya kıta içi deformasyonlardan meydana geldiğini savunmuştur.

BÖLÜM ÜÇ

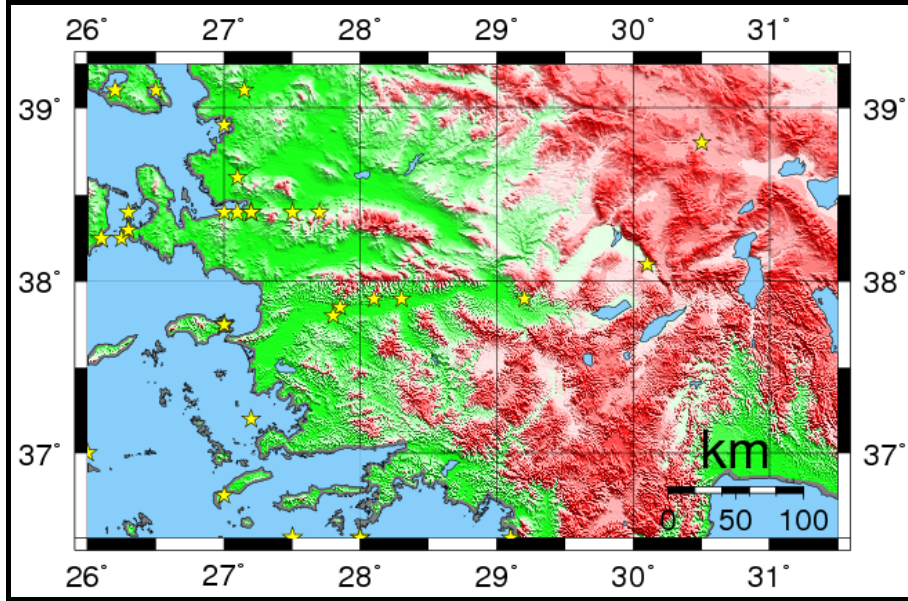
DEPREM ETKİNLİĞİ

Batı Anadolu ve Ege Denizi dünyada deprem etkinliği en fazla olan bölgelerden biridir. Batı Anadolu bölgesi, Doğu Akdeniz’de tarihsel çağlardan günümüze birçok yıkıcı depremin etkisinde kalmıştır.

Deprem etkinliği, 26° - 31.25° Doğu boylamları ile 36.5° - 39.25° Kuzey enlemleri arasında kalan bölge için USGS Web verilerine göre araştırılmıştır.

3.1. Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği

Batı Anadolu’nun tektoniğinin anlaşılması açısından, tarihsel dönem deprem etkinliğinin iyi bilinmesi son derece önemlidir. Batı Anadolu Bölgesi, Doğu Akdeniz’de tarihsel çağlarda pek çok uygarlığın hüküm sürdüğü bir bölge olması nedeniyle tarihsel dönem deprem kayıtlarının en fazla olduğu bölgelerimizden biridir.



Şekil 3.1 Ege Bölgesi tarihsel dönem depremlerinin dağılımları (USGS-Web)

Tablo 3.1.1 Tarihsel dönem depremlerin listesi (USGS-Web)

Gün	Ay	Yıl	Yer	Mag. (Ms)
-	-	17	İzmir-Ege	7.4
-	-	688	İzmir	6.8
-	-	1644	İzmir	5.6
-	-	1664	İzmir	5.6
22	02	1653	İzmir-Ege	7.4
-	11	1668	İzmir	6.8
10-12	07	1688	İzmir-Ege	7.4
24	03	1739	İzmir	6.2
-	07	1776	İzmir	6.2
-	-	1850	İzmir-Ege	6.2
29	06	1880	İzmir, Manisa	6.8
15	10	1883	Chios, Çeşme-İzmir	6.8
01	11	1883	İzmir	6.2
-	05	1888	Chios, Çeşme-İzmir	6.2
-	10	1888	Ödemiş-İzmir, Aydın	6.2
13-25	10	1889	Chios, Karaburun-İzmir	5.6
19	08	1895	Aydın	6.2
-	-	1895	Menemen-İzmir	6.8
26	06	1896	Marmaris-Muğla	5.6
-	05	1897	Marmaris-Muğla	5.6
20	09	1899	Menderes-İzmir	6.8

Kayıtlar, çok sayıdaki eski uygarlıklara ait yerleşim birimlerinin, tarihsel dönemde (1900 öncesi) birçok yıkıcı depremin etkisi altında kaldığını ortaya çıkarmaktadır. Kayıtlar, İzmir kentinin çoğu depremden etkilenmiş olmasının yanında özellikle bazı depremlerde çok büyük hasarların meydana geldiğini göstermektedir.

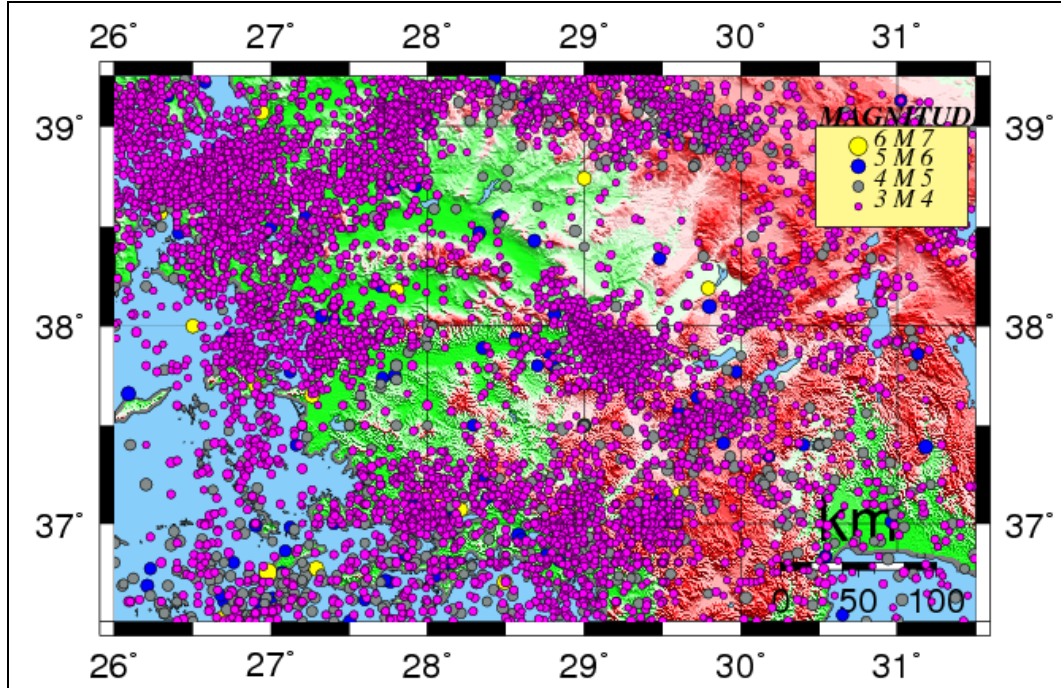
3.2 Aletsel Dönem Deprem Etkinliği

1900'lü yılların basından itibaren “Aletsel Dönem” olarak adlandırılan ve günümüze kadarki dönemi içeren zaman dilimi içerisinde Batı Anadolu’ da çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin bazıları bölgede can kaybı ve maddi hasarlara neden olmuştur. Son yüzyılda meydana gelen depremler içerisinde en büyük deprem 21 Aralık 1945 tarihli Denizli (M= 6.8) ve 16 Temmuz 1955 Söke-Aydın (M=6.8) depremleridir.

Tablo 3.2.1 Aletsel dönemde hasar yapan şiddetli depremlerin listesi (Polat ve diğ., 2008)

GÜN	AY	YIL	YER	MAG.(Ms)
11	08	1904	Samos, Kuşadası-Aydın	6.2
18	08	1904	Seferihisar-İzmir	6.0
19	01	1909	Foça-Manisa	6.0
18	11	1919	Soma-Manisa	7.0
31	03	1928	Torbalı-İzmir	6.5
23	04	1933	Gökova-Muğla	6.5
22	09	1939	Bergama-İzmir	6.6
23	05	1941	Muğla	5.9
13	12	1941	Muğla	6.2
28	10	1942	Soma-Manisa	6.0
25	06	1944	Manisa	6.0
21	12	1945	Denizli	6.8
23	07	1949	Chios-Karaburun	6.6
16	07	1955	Söke-Aydın	6.8
25	04	1959	Fethiye-Muğla	5.9
02	03	1965	Salihli-Manisa	5.8
13	06	1965	Buldan-Denizli	5.6
23	05	1961	Marmaris-Muğla	6.3
23	03	1969	Demirci-Manisa	5.9
25	03	1969	Demirci-Manisa	6.5
28	03	1969	Alaşehir-Manisa	6.5
06	04	1969	Karaburun-İzmir	5.9
01	02	1974	İzmir	5.8
14	06	1979	Karaburun-İzmir	5.7
06	11	1992	Seferihisar-İzmir	6.0
10	04	2003	Seferihisar-İzmir	6.1
17-21	10	2005	Sığacık Körfezi-İzmir	5.9

Çalışma bölgesine ait USGS Web verileri incelendiğinde, depremlerin derinliklerinin çoğunlukla 0–33 km arasında olduğu görülmektedir. Depremlerin kümelenme gösterdiği yerlere bakıldığında, Bergama-Foça Fay Zonu, Karaburun Yarımadasının kuzeyi, Gediz Grabeni; Manisa, İzmir ve Tuzla-Orhanlı Faylarının olduğu yerlerde diğer bölgelere göre daha yoğun bir deprem aktivitesi gözlenmektedir (Şekil 3.2.1). Bu faylarla ilgili olarak 1899 Büyük Menderes, 1928 Torbalı, 1969 Alaşehir, 1970 Gediz depremleri meydana gelmiştir.



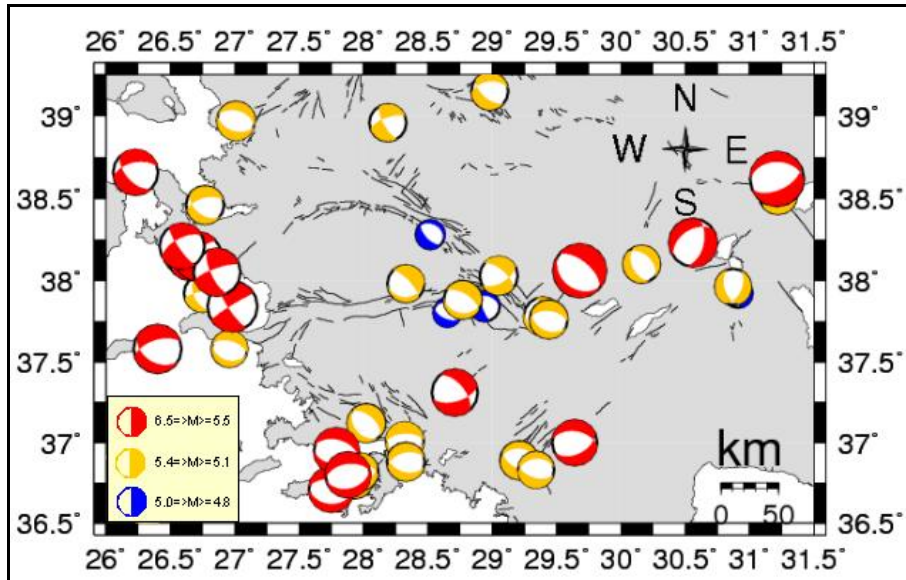
Şekil 3.2 Ege Bölgesi aletsel dönem depremlerinin dağılımları (USGS-Web)

3.3 Fay Düzlemi Çözümleri

Batı Anadolu ve çevresindeki deprem odak mekanizmalarının çeşitliliği bölgede karmaşık kabuk hareketlerinin hüküm sürdüğüne işaret etmektedir. Odağı Batı Anadolu'da yer alan depremlerin fay düzlemi çözümleri bölgede düşey yer hareketlerinin hakim olduğunu kanıtlamaktadır. Bu hareketler bölgeye tektonik özelliğini veren grabenlerin diri olduğuna işaret etmektedir. Batı Anadolu için bulunan çözümler fay düzlemleri yöresel jeolojik yapılara paralel olup, hareketin küçük bir yatay bileşeni vardır. Ancak bu yatay hareketlerin yönü düzenlilik göstermez (Alptekin, 1978).

Ege bölgesi K-G yönlü genişleme tektoniğine bağlı olarak, D-B uzanımlı graben sistemlerine sahiptir. Bölgedeki fay düzlemi çözümlerine bakıldığı zaman bu graben sistemleri ile uyumlu normal atım bileşenine sahip deprem mekanizma çözümleri gözlenmektedir. Fayların doğrultularının Ege açılma rejimi ile uyumlu olacak şekilde, D-B yönelimli olduğu anlaşılmaktadır.

Harvard CMT; Moment tenor kestirimlerinden hareketle, farklı bir algoritma kullanılarak Harvard tarafından yapılan odak mekanizma çözümleridir. Harvard CMT odak mekanizması çözümlerine göre Tuzla fayı ve çevresinde meydana gelen depremlerin mekanizma çözümlerinde doğrultu atım bileşeni yüksektir.



Şekil 3.3 Harvard CMT verilerine göre Ege Bölgesi depremleri odak mekanizması çözümleri

Sisam Adası üzerindeki mekanizma çözümlerinde ise küçük doğrultu atım bileşenli normal faylar görülmektedir. Sakız Adası'nın kuzeyinde doğrultu atım bileşeni olan normal faylı bir mekanizma çözümü vardır. Çandarlı körfezinde, Bergama- Foça Fay Zonunda normal atımlı bir fay görülmektedir. Büyük Menderes Grabenine denk gelen bölgede birbirine yakın doğrultu atım bileşeni az normal faylı iki mekanizma çözümü görülmektedir. Polat (2002) tarafından yapılan ve çeşitli deprem kataloglarından elde edilen odak mekanizması verilerine göre; çalışma bölgesinin güneyine doğru doğrultu atım bileşenleri yüksek odak mekanizmaları ve ters faylanmalar görülmektedir.

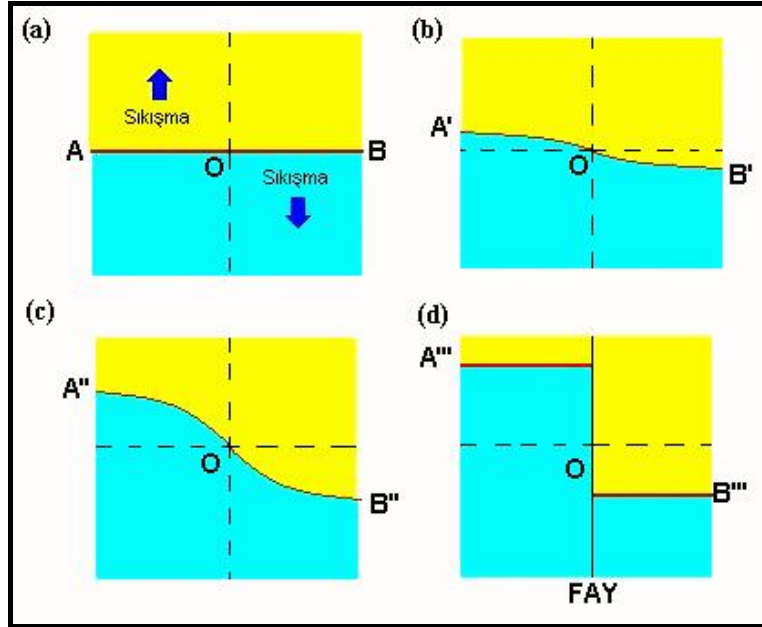
Odak mekanizma çözümlerinin tekdüze olmaması yerkabuğunun heterojen yapısından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla doğrultu atım bileşenine sahip odak mekanizması çözümleri de gözlenmektedir. Bölgede son yıllarda yapılan deniz jeofiziği ve jeolojisi araştırmalarında, bir açılma sistemi olmasına rağmen doğrultu atımlı faylanmaların da en az normal atımlı faylar kadar önemli olduğu ortaya çıkarılmıştır.

BÖLÜM DÖRT

DEPREMLERİN OLUŞUMU VE MEKANİZMA ÇÖZÜMLERİ

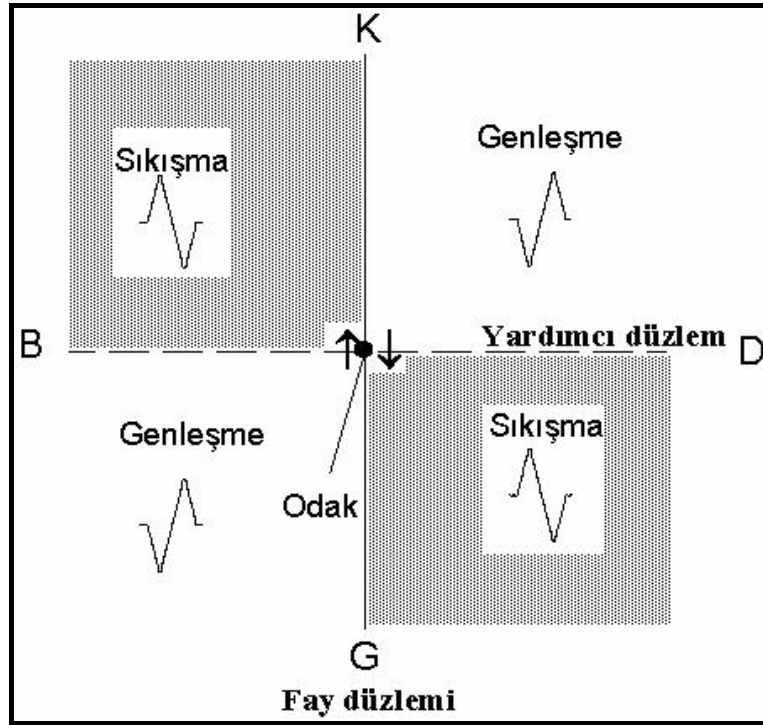
4.1 Depremlerin Oluş Mekanizması

Birçok depremin elastik kırılma teorisine göre oluştuğuna inanılır. 1906 San Francisco Depremi'nden sonra geliştirilen bu teoriye göre; deprem, belirli bir zaman süresince biriken gerilme enerjisinin boşalmasıyla oluşur. Bir kaya bloğuna etkiyen gerilme, zamanla kayada bir deformasyon oluşturur. Bu deformasyon miktarı yılda 1mm ile 1cm arasındadır. Kayacın kırılma sınırı aşıldığında bir bölge boyunca kırılma oluşur. Oluşan yer değiştirmenin miktarı depremin büyüklüğüne göre değişir (Kearey and Vine, 1990).



Şekil 4.1 Elastik kırılma teorisine göre bir depremin oluş aşamaları (Kearey and Vine, 1990).

Bölgede mevcut etkin kuvvetler kaya bloğunda gerilme birikimine neden olurlar (a, b, c). Kayanın kırılma sınırı aşıldığında bir bölge boyunca kırılma (faylaşma) oluşur (d). Elastik kırılma teorisine göre serbest kalan gerilme enerjisi, odakta yayılan sismik dalgalarla taşınır. Sismik dalgalardan, kayıtlara ilk ulaşan P dalgalarıdır. Şekil 4.1.2'de görüldüğü gibi odak çevresinde dört bölge oluşur. Bu bölgeler P dalgasının ilk hareketine göre belirlenir ve her biri kadran olarak isimlendirilir.

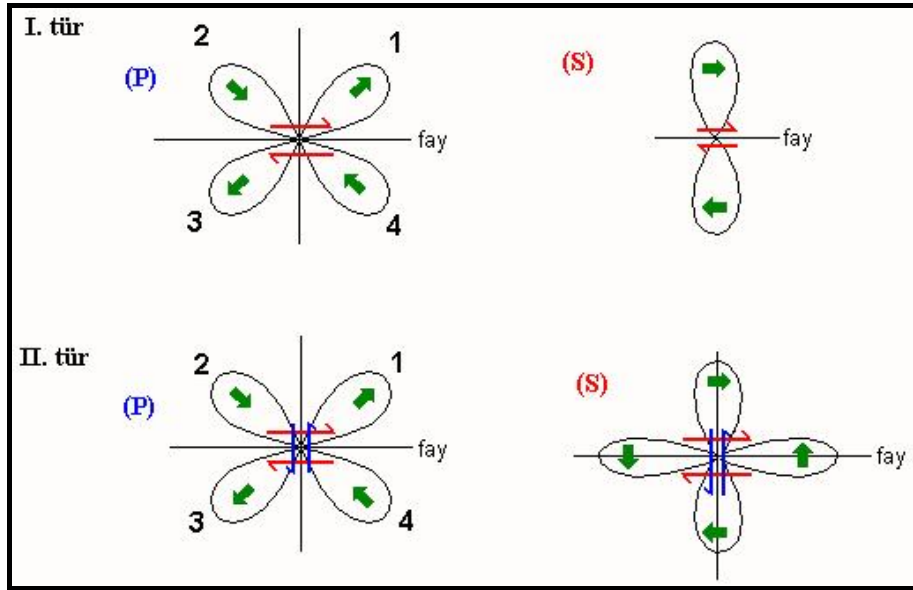


Şekil 4.2 Bir depreme ait (sağ yönlü doğrultu atımlı faylaşma) genleşme ve sıkışma kadrantlarındaki P dalgası ilk hareket yönleri (Tan, 1996)

Bu dört bölgeyi birbirinden ayıran düzlemlere düğüm düzlemleri (fay düzlemi ve yardımcı düzlem) denir. Düğüm düzlemleri birbirlerine diktir. Dört kadranda iki çeşit hareket söz konusudur:

1. Sıkışma
2. Genleşme

Fay düzlemi çözümlerinde sıkışma kadrantları, genleşme kadrantlarının tersine gölgelendirilerek gösterilir.



Şekil 4.3 I. ve II. tür kuvvet çiftlerinin her ikisinde de P dalgalarının genliği düğüm düzlemleri üzerinde sıfır iken kadranlarda maksimumdur. S dalgalarında dürum bunun tersidir. Sıkışma kadranlarında (1 ve 3) genlik yönleri içeri, genişleme kadranlarında (2 ve 4) ise dışa doğrudur (Tan, 1996)

Odak çevresindeki sıkışma bölgelerinde yeryüzündeki ilk hareket yukarı, genişleme bölgelerinde ise aşağı doğru olup düşey (Z) bileşende kaydedilir. Fay ve yardımcı düzlem boyunca P dalgası yayılmaz. Bu düzlemler üzerinde kesme hareketi gözlenir ve yatay bileşenlerin (N-S, E-W) genlikleri maksimum olur.

Fay düzlemi çözümleri, basitçe, episantr çevresindeki sismograflardan alınan P dalgasının ilk hareket kayıtlarından yararlanarak seçilecek sıkışma ve genişleme bölgelerini en iyi ayıran düzlemlerin bulunmasıyla yapılır.

4.2 Odaktaki Kuvvet Sisteminin Deprem Dalgalarının Genliği Üzerine Etkisi

Deprem odağındaki hareketin incelenmesi, bugün sismolojinin en önemli konuları arasında yer alır. Fay düzlemi çözümü, odak bölgesinde bir dislokasyona sebep olan gerilmelerin dağılımı ve bu dağılıma bağlı olarak odak bölgesinde nasıl bir yer değiştirmenin meydana geldiğini anlamak için yapılır. İncelemeler, sismik dalgaların dinamik özellikleri olan dalga şekli ve genlik ile odaktaki hareketin rejimi arasında bir takım ilişkilerin bulunduğunu ortaya koymuştur. Bir depreme ait kayıtlarda görülen dalga şekilleri ve genlikleri her istasyonda farklıdır.

Bu farklılığı doğuran nedenler aşağıdaki 7 maddeyle özetlenebilir:

- Depremin büyüklüğü
- Dalgaların geçtiği ortamın özellikleri
- Sismografin büyütmesi
- Odağın derinliği
- Soğurulma
- Episantr uzaklığı
- Depremin oluşmasına neden olan kuvvet çiftinin türü

Deprem odağındaki etkili kuvvet çiftinin iki tür olabileceği kabul edilir. Günümüzde fay düzlemi çözümlerinde en çok kullanılan yöntem, P dalgalarının ilk hareket yönleri yardımıyla yapılan çözümlerdir. Ancak, sadece P dalgalarının kullanılması kuvvet çiftinin belirlenmesinde etkili değildir. (1) ve (2) eşitliklerinden anlaşıldığı gibi her iki türde P dalgalarına ait genlik davranışı aynı iken S dalgalarının davranışları farklıdır. P ve S dalgalarının incelenmesiyle, odakta ikili kuvvet çiftinin deprem oluşumuna daha uygun olduğu anlaşılmıştır.

İkili kuvvet çifti modelinde, odakta iki basınç (P) ve iki çekme (T) kuvveti oluşur. Bu dört kuvvetin etkisiyle yeryüzünde iki sıkışma (kompresyon) ve iki genişleme (dilatasyon) olmak üzere dört bölge (kadran) meydana gelir. Dört kadranı ayıran iki düzlem vardır ve düğüm düzlemi olarak adlandırılır. Bunlardan biri fay diğeri de ona dik yardımcı düzlemdir. P dalgası ilk hareketi, sıkışma bölgelerinde (odaktaki çekme bölgesi) yukarı iken genişleme bölgelerinde (odaktaki basınç bölgesi) aşağıdır. Mekanizma çözümünde amaç, ilk hareketlerden yararlanarak düğüm düzlemlerinin bulunmasıdır.

Jeofiziğin tüm branşlarında olduğu gibi çok çözümlülük burada da karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çözümlerle, belirlenen düğüm düzlemlerinden hangisinin gerçek fay düzlemi olduğuna karar vermek mümkün değildir. Bu nedenle, fay düzleminin belirlenmesinde diğer kaynaklardan (jeoloji, arazi çalışması vb.) yararlanılmalıdır.

4.3 P Dalgalarının İlk Hareket Yönleri İle Fay Düzlemi Çözümü

Depremlerin davranışlarının incelenmesinde, P dalgalarının ilk hareket yönleri ve S dalgalarının polarizasyon açıları yardımıyla fay düzlemi çözümü günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Bu konuda birçok bilgisayar programının bulunması, hesaplamaları hem kolaylaştırmakta hem de doğruluğunu arttırmaktadır. Bu tip programların kullanımından önce, elle çözümün temel esaslarının bilinmesi yararlıdır.

P dalgalarının ilk hareket yönlerinin kullanılması ile elle yapılacak çözümün aşamaları maddeler halinde aşağıda verilmektedir (Tan, 1996).

1. Depremin kaydedildiği istasyonlara ait sismograflardan P dalgalarının ilk hareket yönleri okunur. Bunun için hem uzun hem de kısa periyotlu düşey (Z) bileşenler kullanılır. Hareketin yukarı olması sıkışma (kompresyon), aşağı olması genişleme (dilatasyon) bölgelerini belirler.

2. Her istasyon için, episantra olan uzaklık (Δ , °), episantrdan istasyona olan azimut açısı ve sismik ışının odaktan çıkış açısı (i_h) belirlenir. Odaktan çıkış açısı şu eşitlikle ifade edilir;

$$i_h = \sin^{-1} \left(\frac{r_0}{r_0 - H} \cdot \frac{a_h}{111.11} \cdot \frac{dT}{d\Delta} \right) \quad (3)$$

Bu ifadede,

H: Depremin odak derinliği (km), r_0 : Yer yarıçapı (km), $dT/d\Delta$: Işın parametresi, a_h : h-derinliğindeki P-dalga hızı (km/sn)'dir.

3. Yukarıda elde edilen değerler tablo halinde yazılır (Tablo- 4.3.1).

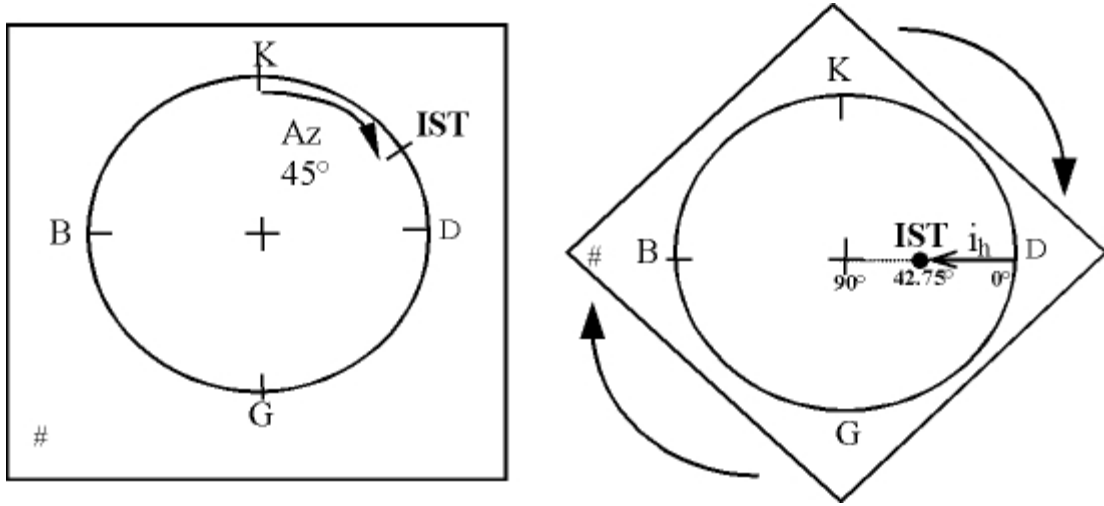
Tablo-4.3.1 İstasyonlara ait parametreler. İlk hareket sıkışma nedeniyle yukarı ise C, genleşme nedeniyle aşağı ise D harfiyle belirtilir.

İstasyon Kodu	Episantr Uzaklığı (D °)	Azimet (Az°)	P ilk hareketi (C/D)	i_h (°)
IST	9.12	45	C	42.73
OBN	16.53	352	D	43.35
CLE	84.20	320	D	15.81

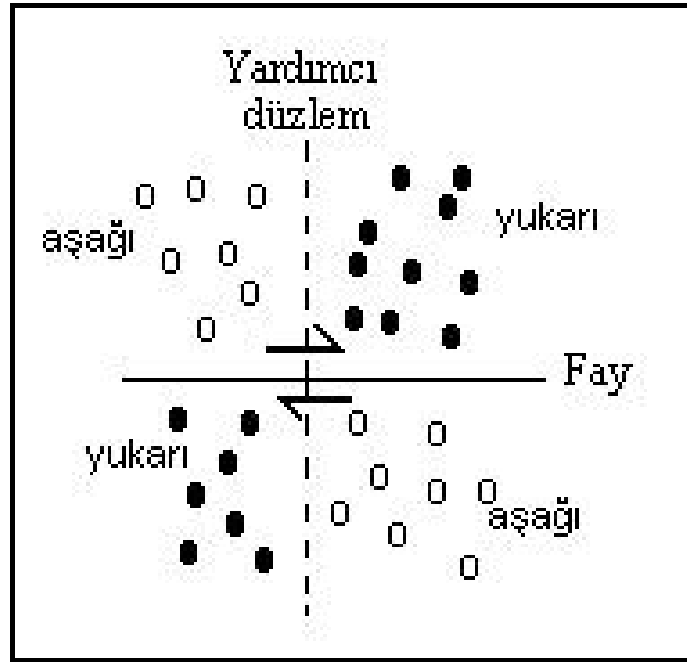
4. Bundan sonraki aşamada elde edilen değerler eşit alan veya Lambert-Schmidt iz düşüm ağına (stereografik ağ) yerleştirilir. Stereografik ağın üzerinde 360 enlem derecesi ve 90 boylam derecesi bulunur. Çizgi üzerindeki her nokta aynı değere sahiptir. Stereografik ağın üst noktası kuzeyi (K) gösterirken, doğu (D) 90° de, güney (G) 180° de, batı (B) 270° de yer almaktadır. Bu dört noktanın araları eşit aralıklı enlem çizgileriyle bölünmüştür. Boylam değerleri ise, dairenin merkezi 90° olmak üzere dışarıya doğru azalır ve en dış enlem 0° yi gösterir. Ağın üzerine bir aydıngeçer yerleştirilerek, ağın dış çemberi ve merkezi ile K, G, D, B noktaları aydıngeçere işaretlenir.

5. İlgili istasyonun azimutu, kuzeyden itibaren saat yönünde gidilerek dış çember üzerine işaretlenir. Merkez sabit tutulur ve aydıngeçer döndürülür, istasyon işareti en yakın yön işaretiyle (K, D, G, B) çakıştırılır (Şekil 4.3.1). Merkez 90° alınarak, i_h açısı dıştan merkeze gidilerek bulunur. Bu nokta, o istasyona gelen i_h çıkış açısına sahip ışının odak küresi üzerindeki yerini verir. Ayrıca bu nokta işaretlenirken, o istasyondaki ilk hareket yönü göz önünde tutulur. İlk hareket yukarı-sıkışma ise içi dolu küçük daire (●), aşağı-genleşme ise içi boş küçük daire (○) konur. Bu işlemler odak küresinin alt yarısından ayrılan ışınlar içindir. Üst yarı küreden ayrılan ışınlar için $Az+180^\circ$ ve $180^\circ-i_h$ değerleri kullanılır.

6. Bütün istasyonlar aynı şekilde aydıngeçer üzerine işaretlenir (Şekil 4.3.2).



Şekil 4.4 Aydingerin iz düşüm ağı üzerinde döndürülmesi (Tan, 1996)



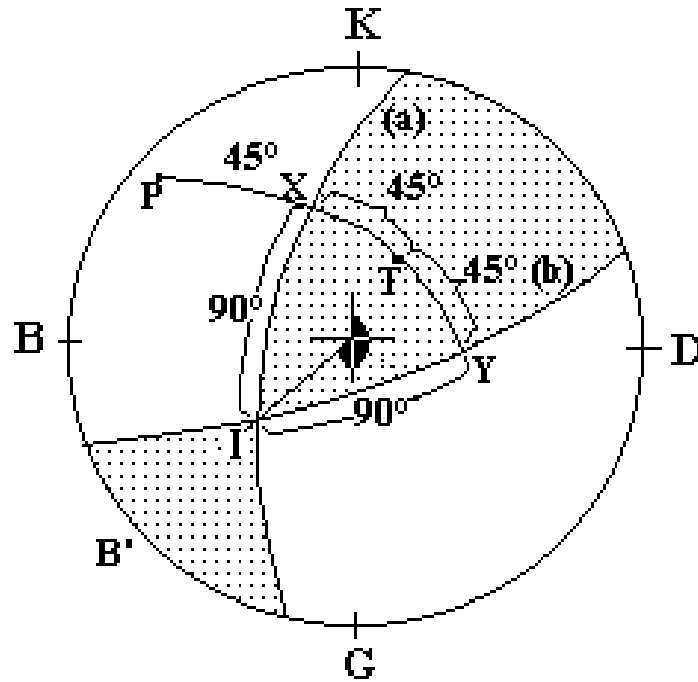
Şekil 4.5 Tüm istasyonların işaretlenmesi (Tan, 1996)

7. Her istasyon işaretlendikten sonra, sıkışmaları ve genişmeleri ifade eden noktaların gruplaştığı görülür. Bu grupları birbirine dik iki boylam dairesi (düğüm düzlemleri) ile ayırmak gerekmektedir. Bu dik dairelerden biri gerçek fay düzlemini belirtirken diğeri de yardımcı düzlemi gösterir. Aydingeri stenografik ağ üzerinde döndürerek sıkışma ve genişme noktalarını iki kısma ayıracak boylam dairesi bulunarak çizilir. Bu daire, odak küresinin alt yüzünü kesen düzlemin ekvator düzlemindeki izdüşümüdür. Bu düzlem birinci veya a düzlemi olarak adlandırılır.

8. İkinci düğüm düzleminin (b) bulunması için, a düzleminin üç noktaları K ve G üzerinde tutulur. Birbirinden ayrılmayan aykırı noktaları ayıracak b düzleminin, a' yı kestiği en olası nokta (I) tahmin edilir. Bu noktadan itibaren 90° kuzeye veya güneye doğru a düzlemi üzerinde ilerleyerek, enlem noktası işaretlenir (X).

9. a düzlemi D-B doğrultusuna getirilerek, X' in bulunduğu boylam üzerinde 90° uzaktaki Y noktası bulunur. Y ve I noktalarını birleştiren en uygun boylam dairesi (b düzlemi) bulunarak aydinger üzerine çizilir.

10. X ve Y noktalarını birleştiren boylam dairesi üzerinde, X veya Y'den 45° uzaktaki orta nokta bulunur. Bu nokta sıkışma kadranında ise T, genişleme kadranında ise P olarak adlandırılır. Yine aynı düzlem üzerinde, X' den 45° ters yönde gidilerek diğer kadran ile ilgili nokta bulunur. Bu durumda T ve P noktaları arasında 90° lik bir açı olacaktır. Bu noktalar çekme (T) ve sıkışma (P) gerilmelerinin eksenlerini verir (Şekil 4.3.3).



Şekil 4.6 Odak küresi üzerinde düğüm düzlemlerinin (a ve b), P, T, I eksenlerinin yerleri ve bunlar arasındaki açıları (Tan, 1996)

4.4 Focmec Programı İle Odak Mekanizma Çözümü Aşamaları

Bu çalışmada FOCMEC (FOCal MEChanism) programı kullanılarak odak çözümleri yapılmış ve faylanma yapıları aydınlatılmıştır. FOCMEC programı ile yapılan çözümlerde, P-dalgası ilk hareket yönünden yararlanılarak çözüm yapılmaktadır. İlk olarak Snoke ve diğ. (1984) tarafından Fortran dilinde yazılan program, sismoloji ve bilgisayar teknolojilerinin gelişimi sonucu değiştirilip güncellenmiştir.

Program, giriş verisi olarak P-dalgasının ilk hareket yönünden (polarite) yararlanır. Genel olarak programın çalışma prensibi; girişe uygun formattaki dosyası (focmec.run) verilerinden, en olası çözüm seçeneğini denetler, düzlemlerin kaç derece arayla schmidt abağı üzerinde kaydırılacağını sorar ve elde edilen sonuçları şekil üzerinde listeler. Odak mekanizması çözümü sonucu elde edilen düzlemlere ilişkin doğrultu (azimut), dalım (dip) ve kayma (rake) açıları sonuç dosyasına yazılır.

Program için gerekli olan giriş verileri; istasyon kodları, episanır noktasına göre istasyonun azimutu (Az), kaynaktan çıkan deprem dalgalarının odağı terk ediş açısı (AIN, A-Incidence Angle) ve polarite (C,D)'dir. FOCMEC programı bu bilgileri; deprem lokasyonu sonucu oluşturulan bir çıkış dosyasından otomatik okur ve giriş dosyası olarak kabul eder.

Program çalıştırıldığında fay düzlemlerinin kaç derece aralıklarla çizileceğini sorar. Burada, hızlı çözüm isteniyorsa 5 derece aralık seçilmelidir. Daha ayrıntılı çalışmalar için 1 veya 2 derece artımlar tercih edilebilir. Bu tez çalışmasında elde edilen fay düzlemi çözümleri için, genelde 1 derece artım aralığı kullanılmıştır (Şekil 4.4.1).

```

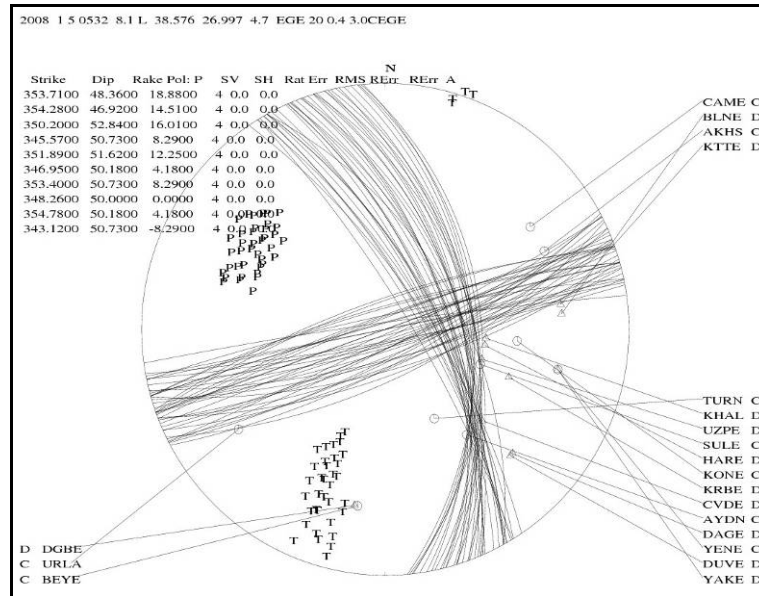
selnem /data/seismic/MAKE_HYP
File Edit View Terminal Tabs Help
base.out      eplmap.out  hypmor*     p008-      sebm099
ciz-          f1nem.iss  hypmor.err  p001      sebm065
ciz-          fm_new.out hypmor.for  print.out  sebm065-
cypick2hypo.dat f0cme.dat  hypmor.out  profile.num sebm065a
cypick2hypo_EGE.f f0cme.epp  hypmor.out- poplar.imp sebm065a-
cypick2hypo_EGE.f f0cme.imp  hyp.out     putCOD.dat select.imp
eplmap.ars    f0cme.log  hypsum.out  putCOD.dat- sray3.3
eplmap.ars-   f0cme.lst  addlist.out putCOD.C*  STATLOG.HYP
eplmap.cor    f0cme.out  oze1*      putCOD_0.f urla.depremi-pickler
eplmap.cov-   f0cme.ps   oze1.f     scratch2.out
eplmap.epp    f0cme.run  p011baris sebm065-
eplmap.inp    fort.62    p011seb   sebm065-
[Geu@localhost:~]$ f0cme

===== FOCMEC =====
Stop (0)
Plot saved solution(s) (1)
Plot new solutions (2)
Plot selected solution (3)
Find new solutions (4)
-1, -2, -3 also plot station
4
There are 1 polarity readings
Maximum number of allowed polarity errors or -1 to show best solutions only
1
Degree increment in search
1
Do you want to edit f0cme.run > f0cme.log
a
f0cme.exe < f0cme.run > f0cme.log
...Minimum number of bad fits are -1
-----
Thu May 29 11:06:23 2008 for program FOCMEC
-----
Input from a file f0cme.dat
2008 4 8 0113 4.8 L 38.230 26.602 10.0 EGE 21 0.5 3.3CEGE
There are 1 polarity data
There are 1 amplitude ratio data
The minimum, increment and maximum B axis trend are 125.00 5.00 125.00
The limits for the B axis plunge are 0.00 5.00 5.00
The limits for the angle of the A axis are 0.00 5.00 5.00
Strike Dip Rake Pol: P SV SH Rat Err RMS RErr RErr A TT
1)
There are 1 acceptable solutions.
Stop (0)
Plot saved solution(s) (1)
Plot new solutions (2)
Plot selected solution (3)
Find new solutions (4)
-1, -2, -3 also plot station
1

```

Şekil 4.4.1 FOCMEC programını çalıştırmada kullanılan işlem adımları

Sonuç olarak, program giriş verilerine göre en olası fay düzlemi (azimut, dalım ve kayma) açılarını tablo halinde sıralar (Şekil 4.4.2). Tablodaki ihtimaller incelenerek; en olası fay düzlemi çözümüne ait Azimut, Dalım ve Kayma açıları seçilir.



Şekil 4.4.2 FOCMEC programında sonuç olarak elde edilen odak mekanizması çözüm diyagramı

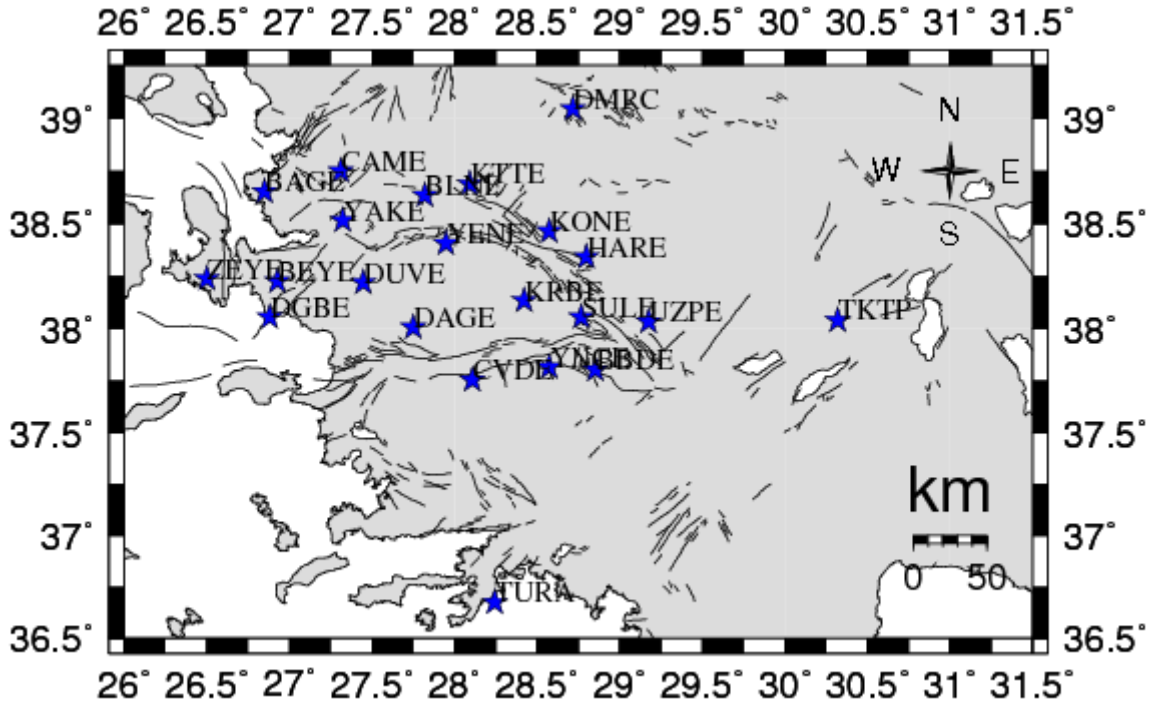
BÖLÜM BEŞ

EGE BÖLGESİ' NİN GÜNCEL SİSMOTEKTONİĞİ

Belli kriterleri sağlayan deprem verileri seçildikten sonra, bu depremlerin kaydedildiği istasyonlardaki sismogram görüntüleri ile P-dalgası ilk hareket yönüne göre hesaplanmış odak mekanizması çözümlerine ilişkin değerlendirmeler verilmiştir.

5.1 Turdep-EAS Deprem İstasyonlarının Konumları

TURDEP (TURkiye DEPreM) Projesi kapsamında Ege Açılma Sistemi (EAS)'ne, 2007 yılından itibaren günümüze değin 29 adet mikro-sismoloji istasyonu kurulmuştur (Şekil 5.1.1).



Şekil 5.1 TURDEP projesi mikro-sismoloji deprem istasyonlarının konumları

Deprem istasyonlarının kurulmasında bölgenin tektonik yapısı ve deprem üreten fayların konumları göz önüne alınmıştır. Bu amaçla Uşak-Karahallı'dan Aydın-Kuşadası'na, Marmaris-Turunç'dan Manisa-Çamköy'e kadar geniş bir coğrafyaya 3-bileşenli deprem istasyonları kurulmuştur. İstasyonların kurulumu; hem Marmara Araştırma Merkezi (MAM), hem de Dokuz Eylül Üniversitesi personelinin yoğun katılımıyla sağlanmıştır. Kurulum öncesi istasyonların yer seçimi belli kriterler göz önüne alınarak yapılmıştır. Azimutal dağılım

bakımından birbirine yakın olmayan kümelenme tipi deprem kaynak bölgeleri yakın çevresine istasyonlar kurulmuştur.

Bu şekilde Batı Anadolu, Ege Bölgesi özelinde 2006 yılından beri mikro-deprem etkinliğinin takip edildiği bir bölge haline gelmiştir.

5.2 Odak Mekanizması Çözümünde Kullanılacak Depremlerin Seçiminde Göz Önüne Alınan Parametreler

Birçok önemli faktörün bir arada değerlendirildiği bu aşamada, aşağıdaki parametreler göz önüne alınmıştır.

- **Derinlik:** Belli derinliği aşan depremler bu çalışmada kullanılmamıştır. Verinin bu kıstasa göre kullanılabilmesi için depremin ilk 35 km derinlikte meydana gelmiş olması aranmıştır.
- **Büyüklik:** Belli bir büyüklüğün altında olan depremler bu çalışmada kullanılmamıştır. Büyüklik seçiminde alt limit $M_d = 2.9$ olarak seçilmiştir.
- **GAP:** Deprem istasyon ağının dışında kalan depremler bu çalışmada kullanılmamıştır. Verinin bu kriterle uyum sağlaması için $GAP \leq 180^\circ$ olan depremler göz önüne alınmıştır.
- **İstasyon Sayısı:** En az 10 istasyon tarafından kaydedilen depremlerin Z-bileşendeki P-dalgası ilk hareket yönü kullanılmıştır.

Özetle, depremlerin seçiminde tüm bu faktörler göz önüne alınmıştır. Odak mekanizması çözümünün güvenilirliği açısından seçilen depremlerin ağ içerisinde kalması (GAP) büyük önem taşımaktadır. Depremi kaydeden istasyon sayısı ne kadar çok olursa, doğru çözüme o kadar çok yaklaşmış olur. Aşağıda; seçilen depremler, tarihleri, oluş zamanları, enlem ve boylam bilgileri, büyüklükleri, derinlikleri, ağ içerisinde meydana gelme(GAP) ve depremi kaydeden istasyon sayıları bakımından Tablo-5.2.1' de, odak mekanizması sonucu elde edilen fay düzlemi çözümleri ise Tablo-5.2.2'de verilmiştir. Burada Kurt(2008) tarafından yapılan 13 tane depremin odak mekanizması çözümleri, sıfırdan yeniden ele alınmış ve revize edilerek, faylanma kinematığı ile ilişkisi daha iyi ortaya konmuştur. 11.08.2008 tarihinden 01.04.2009 tarihine kadar olan süreçte meydana gelen ve belli kriterleri sağlayan 6 deprem daha ilave edilerek, bölgenin sismotektoniği daha iyi yorumlanabilmiştir.

Tablo-5.2.1 Seçilen depremler, oluş zamanları ve karakteristik bilgileri

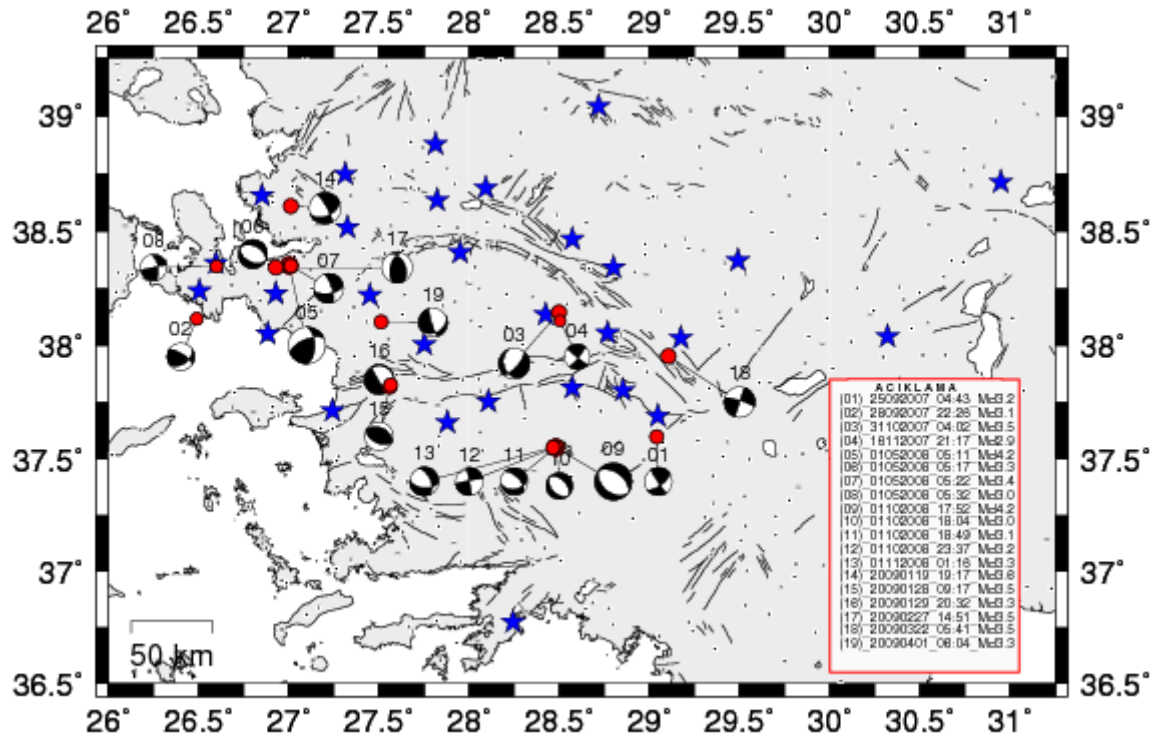
NO	TARİH	OLUŞ ZAMANI	ENLEM	BOYLAM	H(km)	Md	RMS	GAP	KAYDEDEN İSTASYON SAYISI
1	20070925	04:43	37.598	29.041	1.1	3.2	0.42	83	14
2	20070928	22:26	38.116	26.487	6.1	3.1	0.41	155	10
3	20071031	04:02	38.144	28.499	4.1	3.5	0.36	80	16
4	20071116	21:17	38.106	28.504	1.0	2.9	0.48	78	15
5	20080105	05:11	38.350	27.002	8.5	4.2	0.34	180	22
6	20080105	05:17	38.348	27.004	3.7	3.3	0.45	179	22
7	20080105	05:22	38.347	27.011	7.6	3.4	0.38	177	22
8	20080105	05:32	38.345	26.597	4.7	3.0	0.44	179	21
9	20080110	17:52	37.549	28.481	4.4	4.2	0.35	92	22
10	20080110	18:04	37.551	28.486	5.5	3.0	0.30	96	22
11	20080110	18:49	37.545	28.468	5.1	4.2	0.33	84	19
12	20080110	23:37	37.546	28.466	4.1	3.0	0.44	83	18
13	20080111	01:16	37.550	28.466	6.3	3.1	0.35	83	21
14	20090119	19:17	38.608	27.011	7.6	3.6	0.62	129	16
15	20090128	09:17	37.816	27.558	6.7	3.5	0.60	96	18
16	20090129	20:32	37.825	27.564	7.5	3.3	0.55	94	16
17	20090227	14:51	38.341	26.927	6.5	3.5	0.49	87	17
18	20090322	05:41	37.952	29.106	1.1	3.5	0.48	175	18
19	20090401	06:04	38.103	27.512	7.8	3.3	0.46	55	16

Tablo-5.2.2 Seçilen depremlerin fay düzlemi çözümleri

LOKASYON ÇÖZÜM PARAMETRELERİ										ODAK MEKANİZMA ÇÖZÜM SONUÇLARI				
NO	TARİH	OLUŞ ZAMANI	ENLEM	BOYLAM	H(km)	Md	RMS	GAP	KAYDEDEN İSTASYON SAYISI	DOĞRULTU (Azimut)	DALIM (Dip)	KAYMA (Rake)	BAŞARI (%)	FAYLANMA TÜRÜ
1	20070925	04:43	37.598	29.041	1.1	3.2	0.42	83	14	55.0	65.0	175	93	TERS OBLİK FAY
2	20070928	22:26	38.116	26.487	6.1	3.1	0.41	155	10	53.8	43.8	28.8	80	TERS OBLİK FAY
3	20071031	04:02	38.144	28.499	4.1	3.5	0.36	80	16	41.2	71.2	-61.9	94	NORMAL OBLİK FAY
4	20071116	21:17	38.106	28.504	1.0	2.9	0.48	78	15	38.1	81.2	176.9	80	DOĞRULTU ATIMLI FAY
5	20080105	05:11	38.350	27.002	8.5	4.2	0.34	180	22	359.0	55.0	34.0	95	TERS OBLİK FAY
6	20080105	05:17	38.348	27.004	3.7	3.3	0.45	179	22	296.0	45.0	-90.0	76	NORMAL FAY
7	20080105	05:22	38.347	27.011	7.6	3.4	0.38	177	22	342.0	73.0	-29.6	70	NORMAL OBLİK FAY
8	20080105	05:32	38.345	26.597	4.7	3.0	0.44	179	21	350.0	63.8	3.8	75	TERS OBLİK FAY
9	20080110	17:52	37.549	28.481	4.4	4.2	0.35	92	22	130.0	40.0	-86.2	81	NORMAL FAY
10	20080110	18:04	37.551	28.486	5.5	3.0	0.30	96	22	316.0	50.0	-90.0	71	NORMAL FAY
11	20080110	18:49	37.545	28.468	5.1	4.2	0.33	84	19	315.0	60.0	-55.0	68	NORMAL OBLİK FAY
12	20080110	23:37	37.546	28.466	4.1	3.0	0.44	83	18	350.0	90.0	5.0	100	DOĞRULTU ATIMLI FAY
13	20080111	01:16	37.550	28.466	6.3	3.1	0.35	83	21	335.0	55.0	-45.0	80	NORMAL OBLİK FAY
14	20090119	19:17	38.608	27.011	7.6	3.6	0.62	129	16	68.5	49.1	-167.9	81	NORMAL OBLİK FAY
15	20090128	09:17	37.816	27.558	6.7	3.5	0.60	96	18	115.0	50.0	90.0	84	TERS FAY
16	20090129	20:32	37.825	27.564	7.5	3.3	0.55	94	16	148.6	85.8	-83.2	81	NORMAL OBLİK FAY
17	20090227	14:51	38.341	26.927	6.5	3.5	0.49	87	17	336.0	44.9	59.9	82	TERS OBLİK FAY
18	20090322	05:41	37.952	29.106	1.1	3.5	0.48	175	18	17.4	89.8	9.1	72	DOĞRULTU ATIMLI FAY
19	20090401	06:04	38.103	27.512	7.8	3.3	0.46	55	16	59.8	30.6	-16.0	93	NORMAL OBLİK FAY

5.3 2007 -2009 Yılı TURDEP-EAS Depremleri

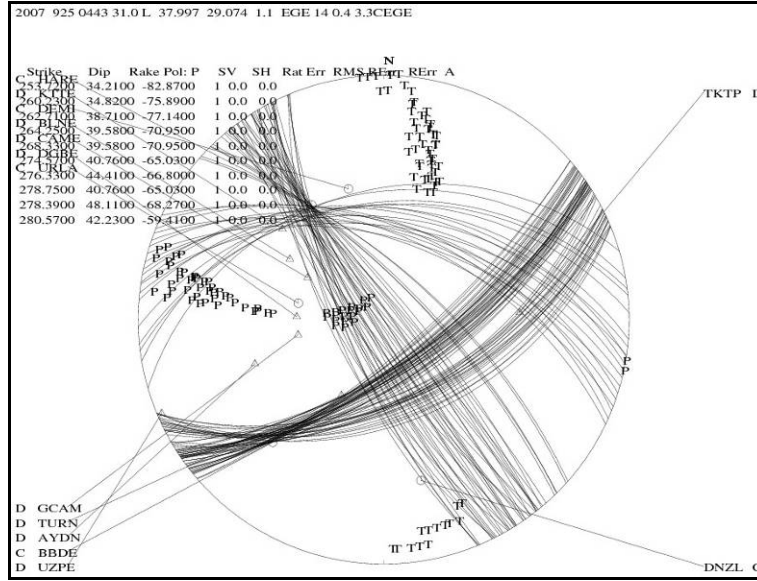
Odak mekanizması çözümü sonucu elde edilen 19 depreme ait sismotektonik harita Şekil 5.3.1'de verilmiş, ve bu çözümlerle ilgili detaylar ise aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır.



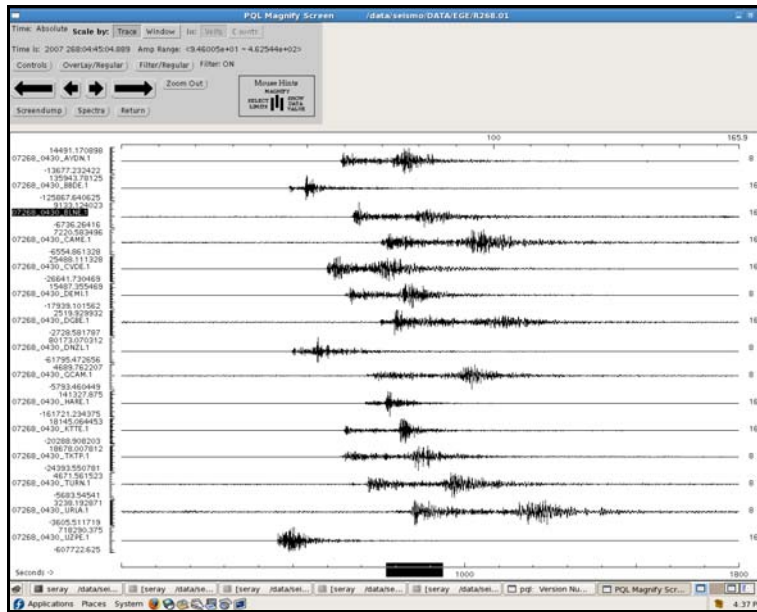
Şekil 5.2 Seçilen depremlerin odak mekanizma çözümleri

1) 25.09.2007 Tarihli 3.2 Büyüklüğündeki Deprem

25.09.2007 tarihinde gerçekleşmiş 3.2 büyüklüklü depremin odak çözümü sonucunda doğrultu (azimut) açısı 55, dalm açısı 65 ve kayma açısı 175 derece bulunmuştur. Dilatasyon ve kompresyon noktaları arasındaki uyum en iyi olacak şekilde seçilen düzlemler belirlenerek, depremin olduğu fayın **TERS OBLİK BİR FAY** olduğu belirlenmiştir.



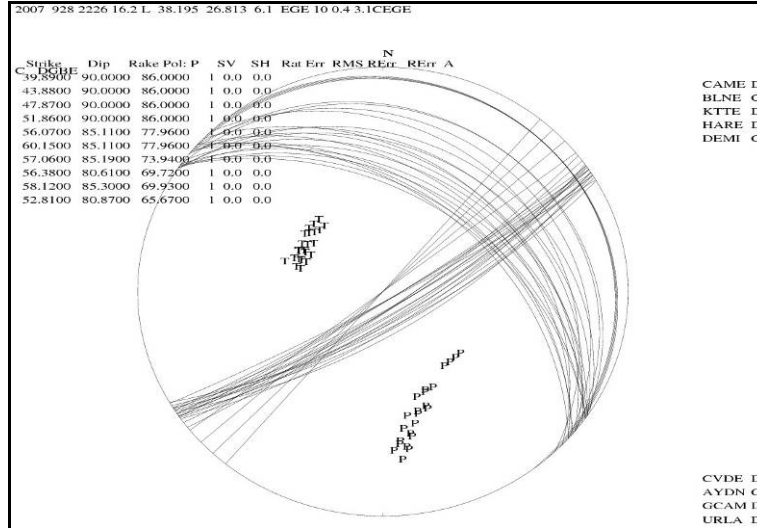
Şekil 5.3 25.09.2007 tarihli depremin FOCMEC programı ekran görüntüsü



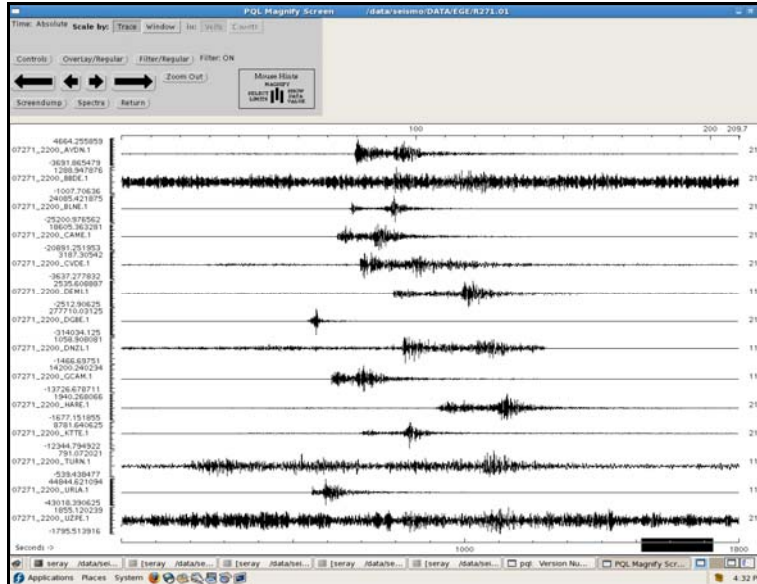
Şekil 5.4 25.09.2007 tarihli depremin sismogram görüntüsü

2) 28.09.2007 Tarihli 3.1 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu(azimut) açısının 53.8, dalım açısının 43.8 ve kayma açısının 28.8 olduğu belirlenmiştir. Aşağıda verilen focmec programı ekran görüntüsünde olası çözümler görülmektedir. Fay yapısı **TERS OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



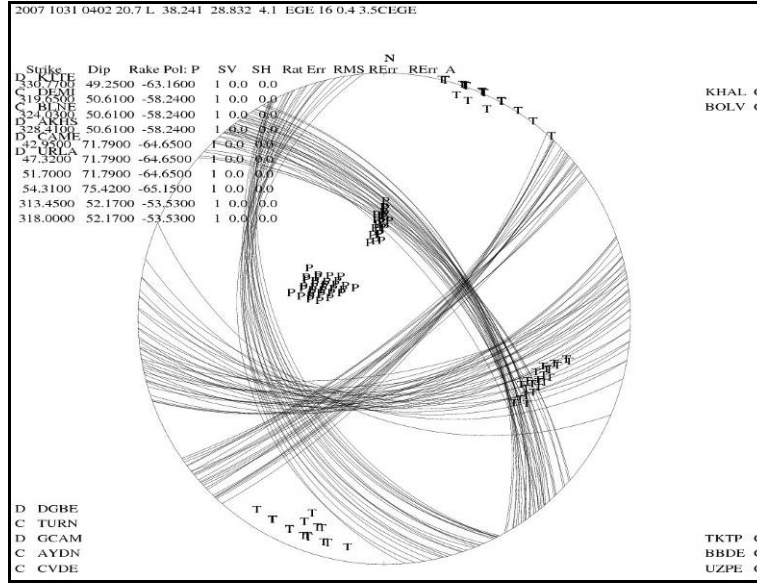
Şekil 5.5 28.09.2007 tarihli depremin FOCMEC programı ekran görüntüsü



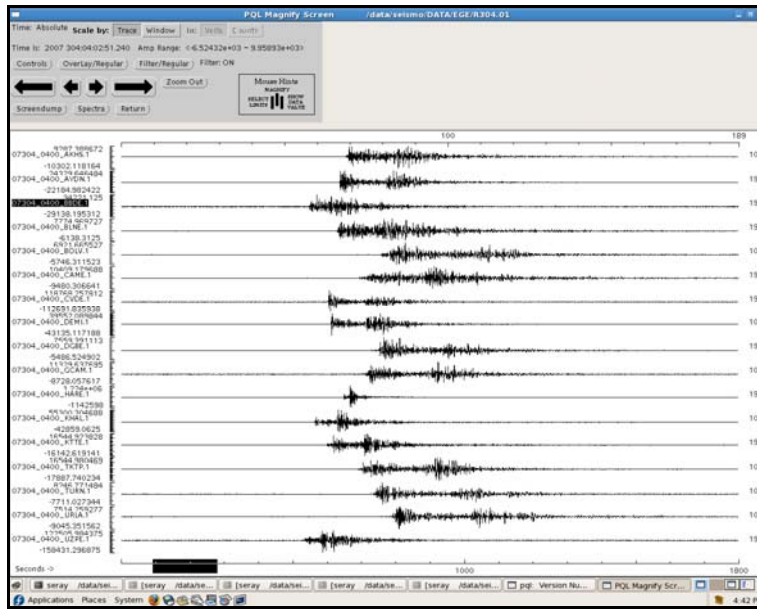
Şekil 5.6 28.09.2007 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü

3) 31.10.2007 Tarihli 3.5 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu(azimut) açısı 41.2, dalım açısı 71.2 derece ve kayma (rake) açısı -61.9 olarak belirlenmiştir. Fay yapısı **NORMAL OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



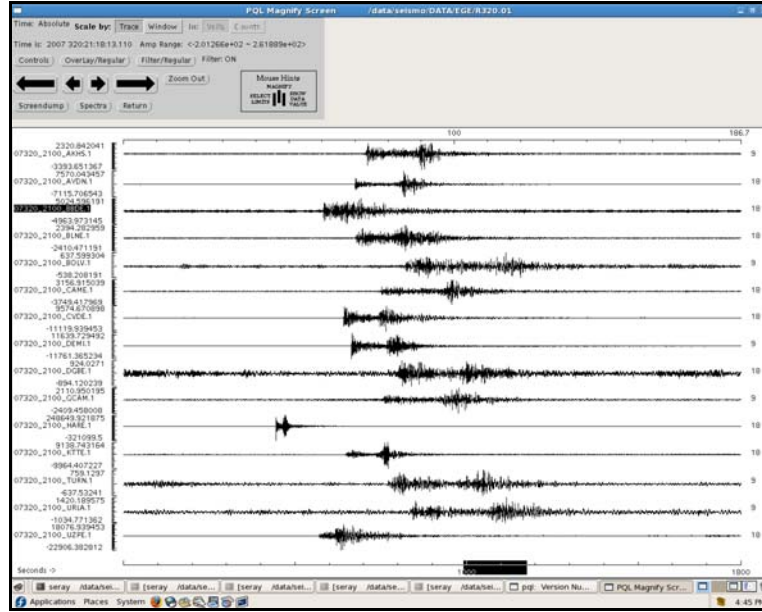
Şekil 5.7 31.10.2007 tarihli depremin FOCMEC programı ekran görüntüsü



Şekil 5.8 31.10.2007 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü

4) 16.11.2007 Tarihli 2.9 Büyüklüğündeki Deprem

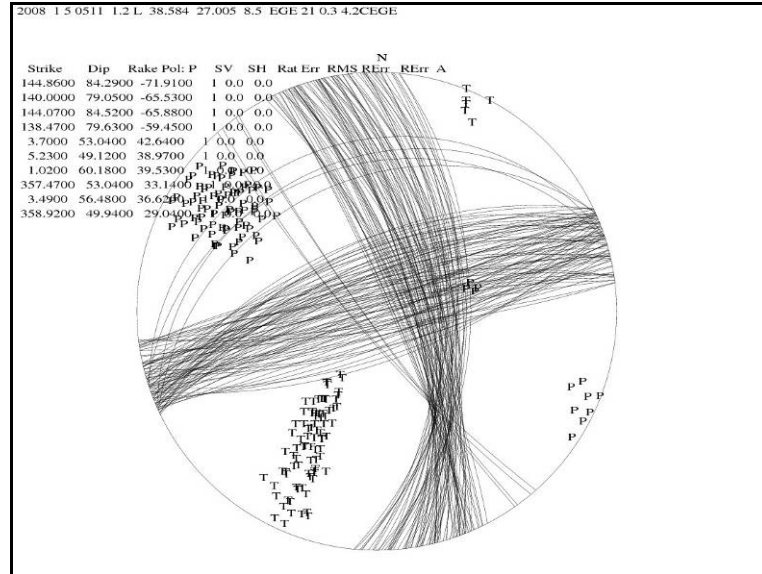
Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 38.1 derece, dalım açısı 81.2 ve kayma (rake) açısı 176.9 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **DOĞRULTU ATIMLI FAY** olarak belirlenmiştir.



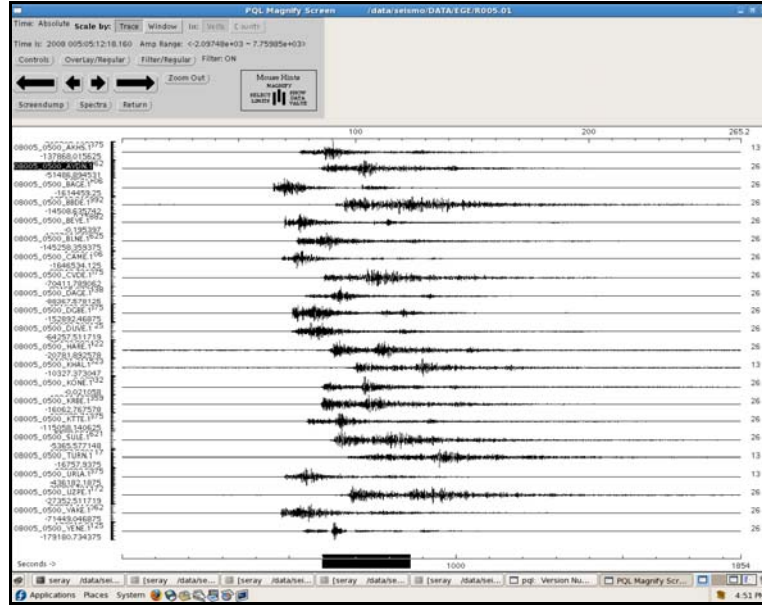
Şekil 5.9 16.11.2007 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü

5) 05.01.2008 Tarihli 4.2 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 359 derece, dalım açısı 55 ve kayma (rake) açısı 34 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **TERS OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



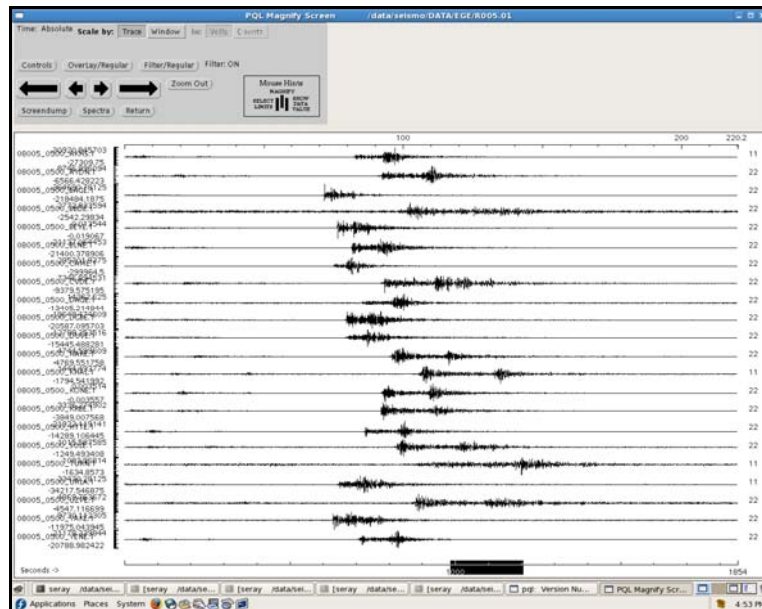
Şekil 5.10 05.01.2008 tarihli FOCMEC programı ekran görüntüsü



Şekil 5.11 05.01.2008 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü

6) 05.01.2008 Tarihli 3.3 Büyüklüğündeki Deprem

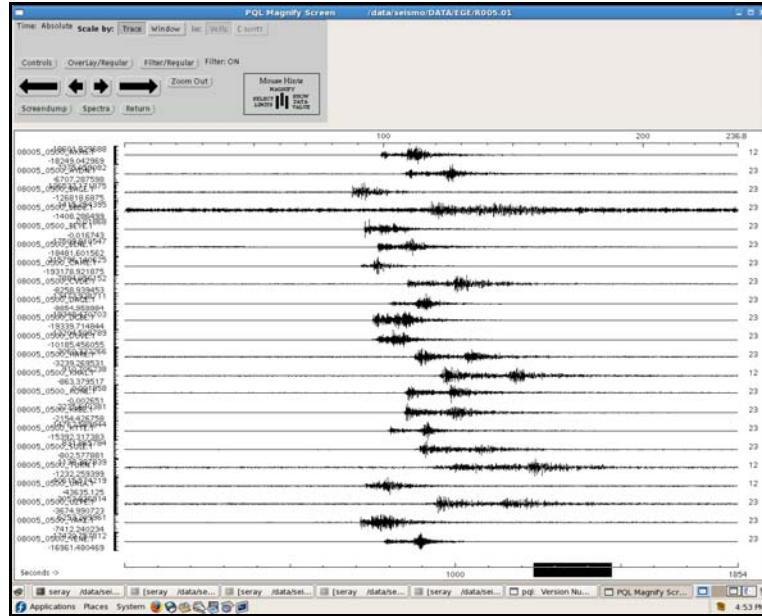
Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 296 derece, dalım açısı 45 ve kayma (rake) açısı -90 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **NORMAL FAY** olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.12 05.01.2008 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin sismogram ekran görüntüsü

7) 05.01.2008 Tarihli 3.4 Büyüklüğündeki Deprem

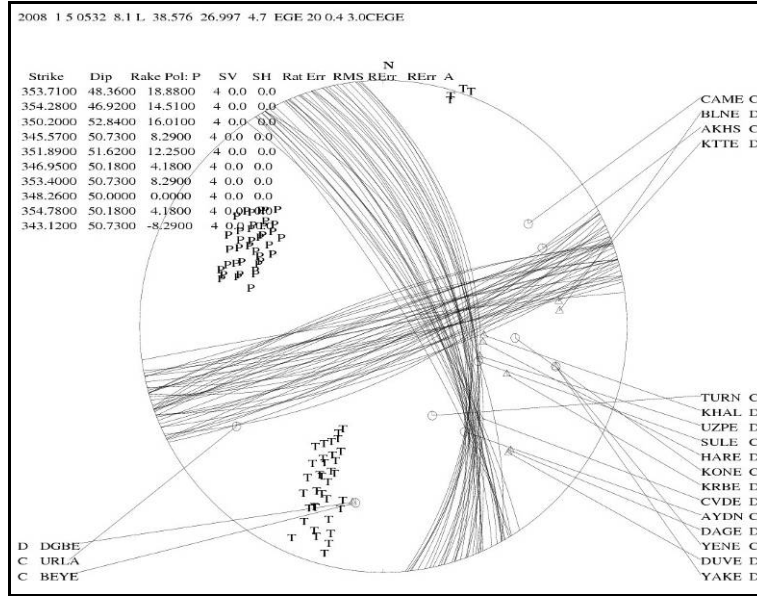
Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 342 derece, dalım açısı 73 ve kayma (rake) açısı -29.6 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **NORMAL OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



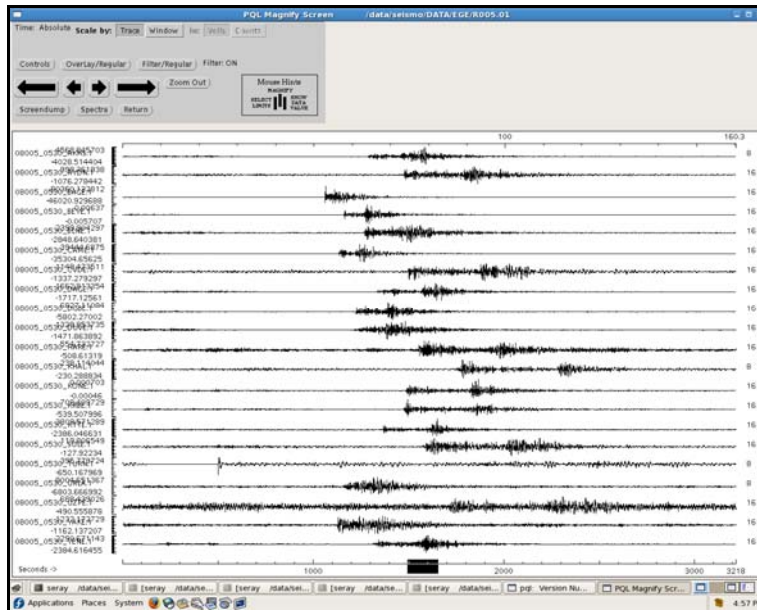
Şekil 5.13 05.01.2008 tarihli 3.4 büyüklüğündeki depremin sismogram ekran görüntüsü

8) 05.01.2008 Tarihli 3.0 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 350 derece, dalım açısı 63.8 ve kayma (rake) açısı 3.8 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **TERS OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



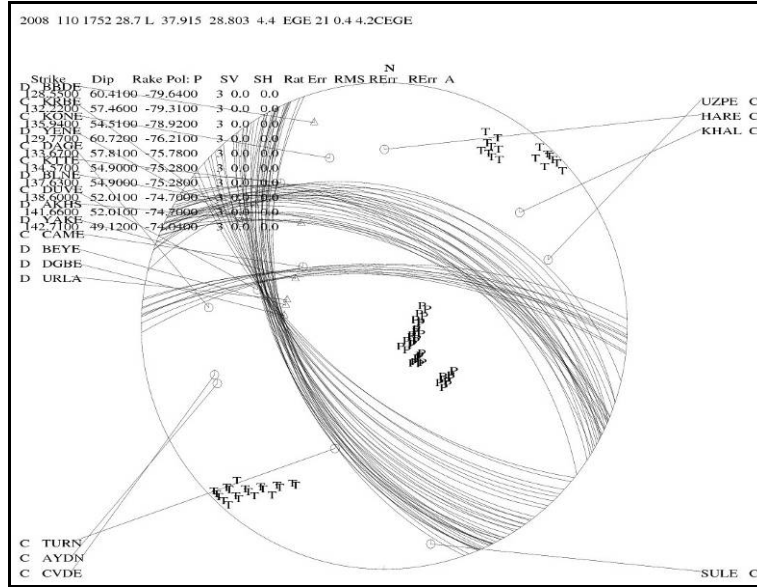
Şekil 5. 13 05.01.2008 tarihli 3.0 büyüklüğündeki depremin FOCMEC ekran görüntüsü



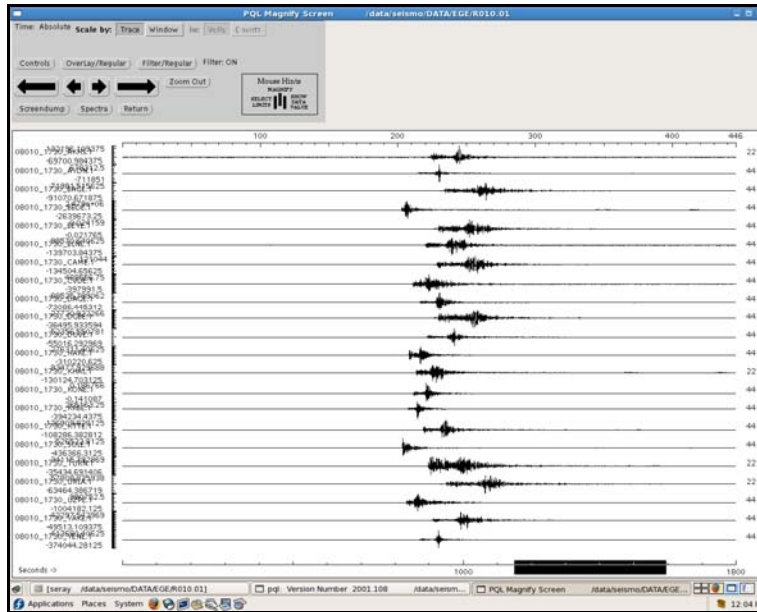
Şekil 5.14 05.01.2008 tarihli 3.0 büyüklüğündeki depremin sismogram ekran görüntüsü

9) 10.01.2008 Tarihli 4.2 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 130 derece, dalım açısı 40 ve kayma (rake) açısı -86.2 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **NORMAL FAY** olarak belirlenmiştir.



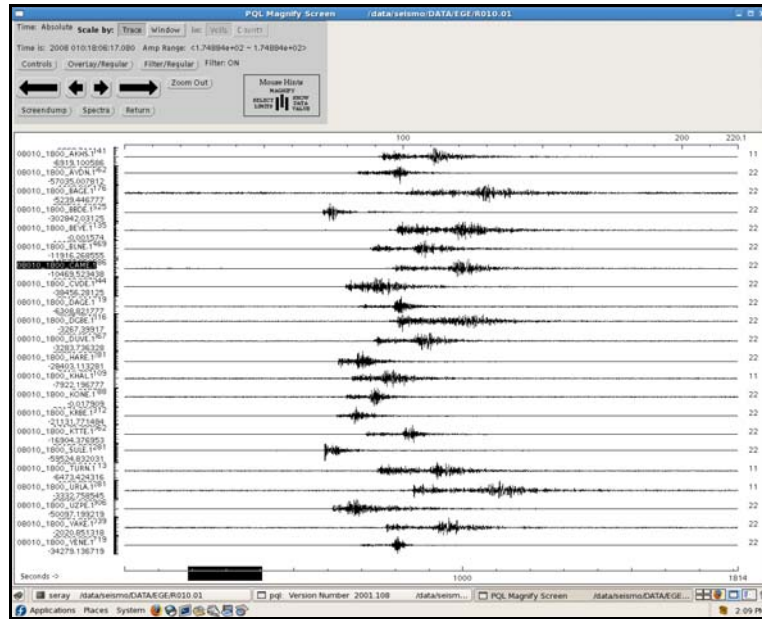
Şekil 5.15 10.01.2008 tarihli 4.2 büyüklüğündeki depremin FOCMEC ekran görüntüsü



Şekil 5.16 10.01.2008 tarihli 4.2 büyüklüğündeki depremin sismogram ekran görüntüsü

10) 10.01.2008 Tarihli 3.0 Büyüklüğündeki Deprem

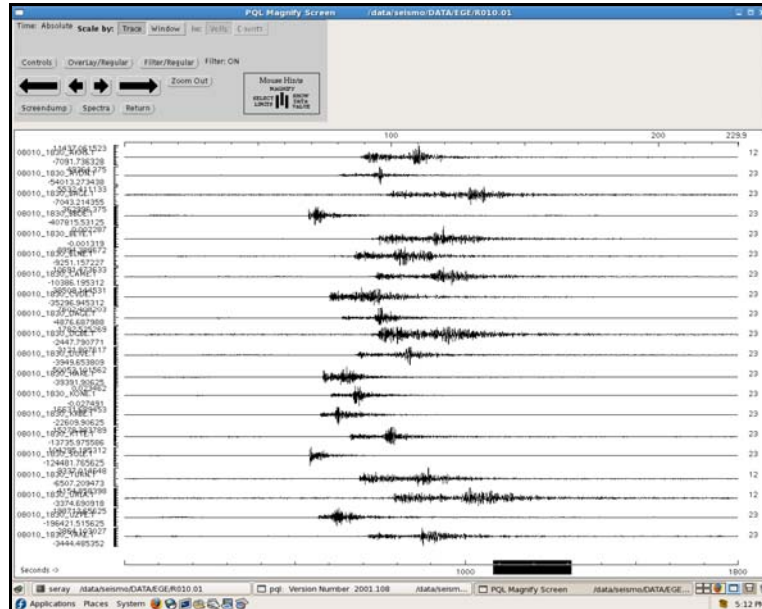
Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 316 derece, dalım açısı 50 ve kayma (rake) açısı -90 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **NORMAL FAY** olarak belirlenmiştir.



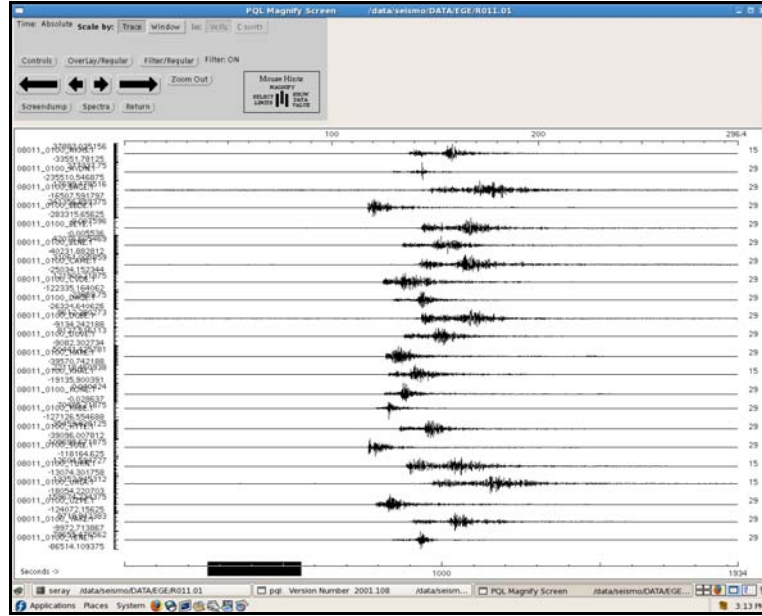
Şekil 5.17 10.01.2008 tarihli 3 büyüklüğündeki depremin sismogram ekran görüntüsü

11) 10.01.2008 Tarihli 3.1 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 315 derece, dalım açısı 60 ve kayma (rake) açısı -55 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **NORMAL OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



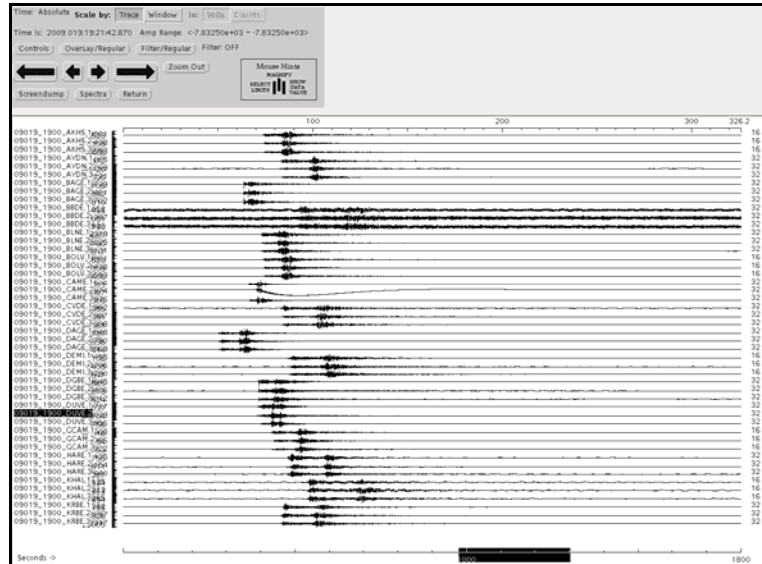
Şekil 5.18 10.01.2008 tarihli 3.1 büyüklüğündeki depremin sismogram ekran görüntüsü



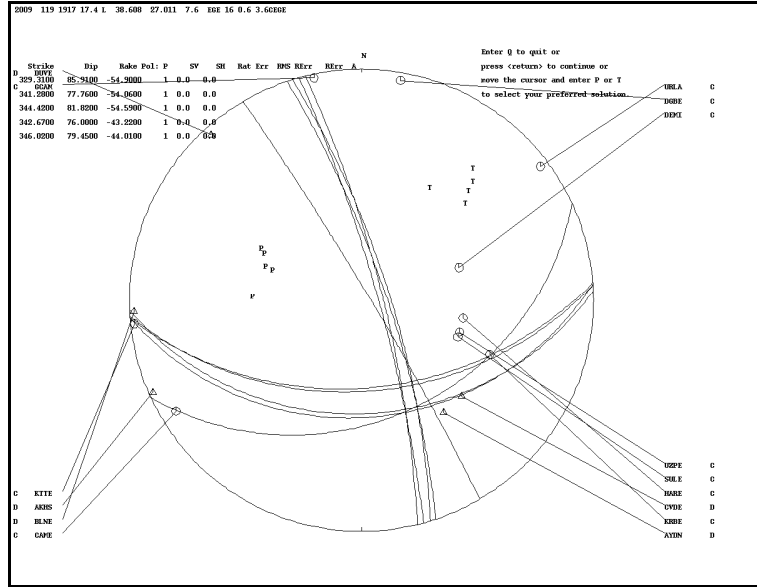
Şekil 5.20 11.01.2008 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü

14) 19.01.2009 Tarihli 3.6 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 68.5 derece, dalım açısı 49.1 ve kayma (rake) açısı -167.9 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **NORMAL OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



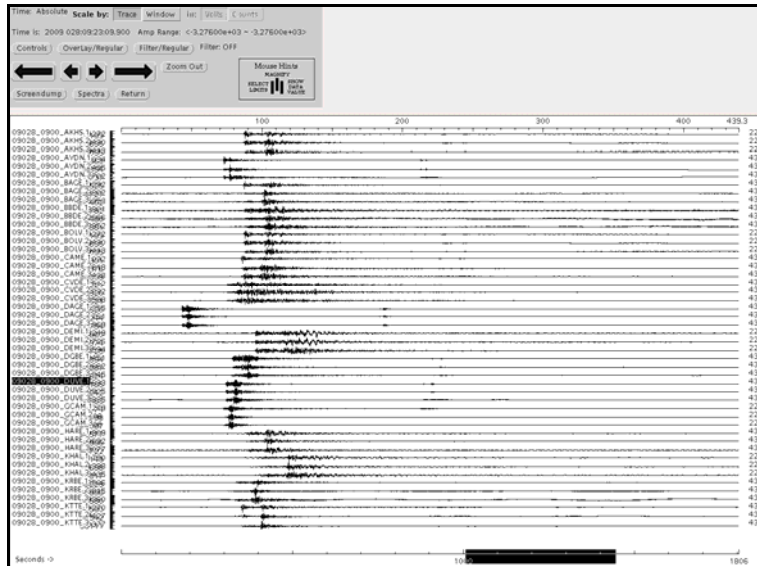
Şekil 5.21 19.01.2009 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü



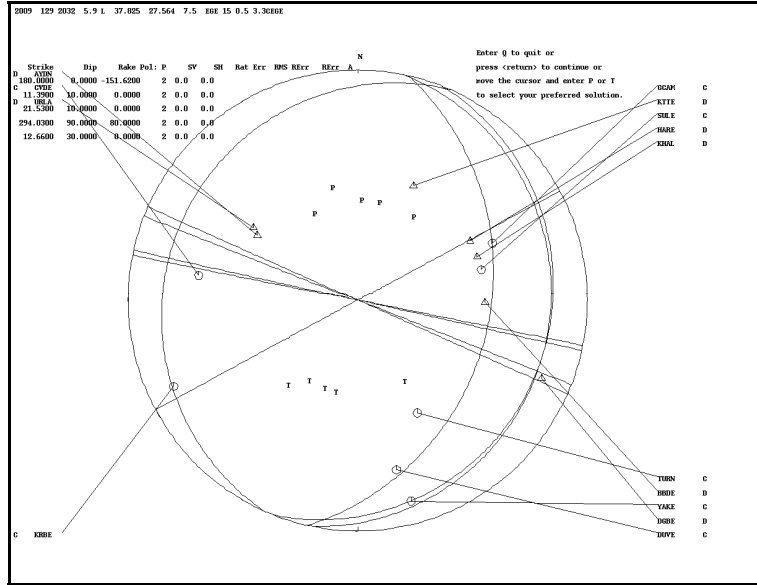
Şekil 5.22 19.01.2009 tarihli 3.6 büyüklüğündeki depremin FOCMEC ekran görüntüsü

15) 28.01.2009 Tarihli 3.5 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 115 derece, dalım açısı 50 ve kayma (rake) açısı 90 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **TERS FAY** olarak belirlenmiştir.



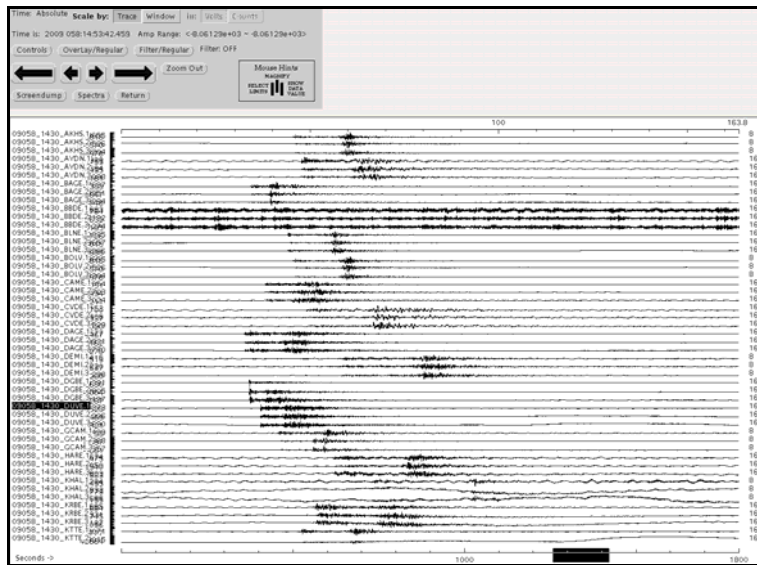
Şekil 5.23 28.01.2009 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü



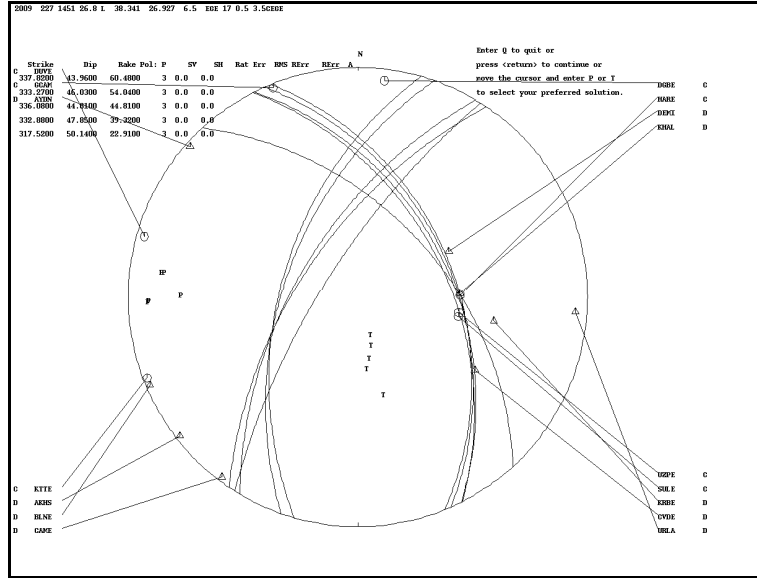
Şekil 5.26 29.01.2009 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin FOCMEC ekran görüntüsü

17) 27.02.2009 Tarihli 3.5 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 336 derece, dalım açısı 44.9 ve kayma (rake) açısı 59.9 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **TERS OBLİK FAY** olarak belirlenmiştir.



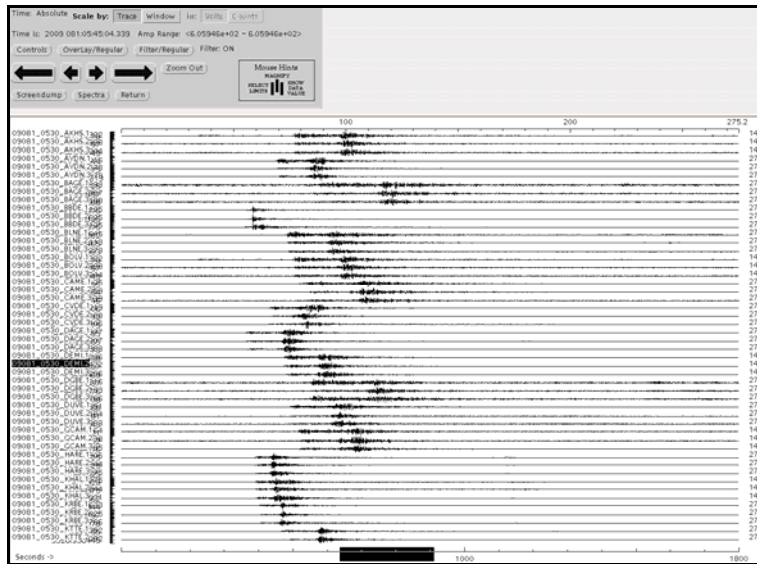
Şekil 5.27 27.02.2009 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü



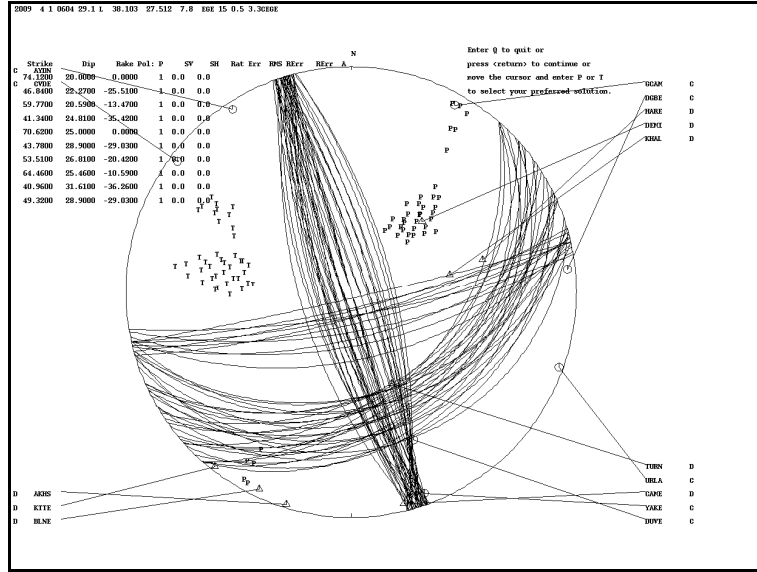
Şekil 5.28 27.02.2009 tarihli 3.5 büyüklüğündeki depremin FOCMEC ekran görüntüsü

18) 22.03.2009 Tarihli 3.5 Büyüklüğündeki Deprem

Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 17.4 derece, dalım açısı 89.8 ve kayma (rake) açısı 9.1 derece olarak bulunmuştur. Fay yapısı **DOĞRULTU ATIMLI FAY** olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.29 22.03.2009 tarihli depremin sismogram ekran görüntüsü



Şekil 5.32 01.04.2009 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin FOCMEC ekran görüntüsü

BÖLÜM ALTI

SONUÇLAR VE YORUMLAR

Batı Anadolu Bölgesi, oldukça karmaşık tektonizmaya sahip olması nedeni ile tarihsel dönemden günümüze birçok yıkıcı depremin etkisi altında kalmış, gelecekte de deprem üretme potansiyeli yüksek bir bölgedir. Batı Anadolu için bulunan fay düzlemi çözümleri de bölgeye tektonik özelliğini veren grabenlerin diri olduğuna işaret etmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında belirli bir bölgedeki fay hareket yapılarının incelenmesi amacıyla belli kriterlere uyan toplam 19 adet depremin odak mekanizması incelenmiş; ilk hareket yönüne bağlı olarak yapılan değerlendirmelerle, fay düzlemlerine ait doğrultu (azimut), dalım (dip) ve kayma (rake) açıları elde edilmiştir. Bu çalışmalarda FOCMEC programı kullanılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucu fay düzlemi çözümleri incelenen depremlerin 4 farklı sismojenik bölge ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Birinci bölge, Karaburun yarımadası ve yakın çevresidir. İkinci bölge, Sarıgöl-Manisa ve çevresi, üçüncü Bölge Aydın-Denizli arasında, dördüncü bölge ise Torbalı ve Söke arasında yer almaktadır. Buna göre elde edilen sonuçlar şu şekilde yorumlanabilir:

I. bölgedeki 28.09.2007 tarihli 3.1 büyüklüğündeki deprem (**2**), Sığacık Körfezi batısında meydana gelmiştir. Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu(azimut) açısının 53.8, dalım açısının 43.8 ve kayma açısının 28.8 olduğu; faylanma türü ise **ters oblik fay** olarak belirlenmiştir. 19.01.2009 tarihli 3.6 büyüklüğündeki deprem (**14**), Menemen’ de meydana gelmiştir. Doğrultu açısı 68.5, dalım açısı 55 ve kayma açısı -45; faylanma türü ise **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. 05.01.2008 tarihli 3 büyüklüğündeki deprem (**8**), Gülbahçe Körfezi batısında yer almaktadır. Veriler değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 350 derece, dalım açısı 63.8 ve kayma açısı 3.8 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **ters oblik fay** olarak belirlenmiştir. Bundan sonraki dört deprem; Balçova-Güzelbahçe arasında ve İzmir Fayı yakın civarında meydana gelmiştir. Bu depremler sırasıyla şu şekilde özetlenebilir: 05.01.2008 tarihli 4.2 büyüklüğündeki depremin (**5**) verileri değerlendirildiğinde doğrultu azimut) açısı 359 derece, dalım açısı 55 ve kayma açısı 34 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **ters oblik fay** olarak belirlenmiştir. Yine 05.01.2008 tarihli 3.3

büyükliğindeki depremin (6) verileri değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 296 derece, dalım açısı 45 ve kayma açısı -90 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **normal fay** olarak belirlenmiştir. Aynı tarihte (05.01.2008) meydana gelen 3.4 büyüklüğündeki depremin (7) verileri değerlendirildiğinde ise, doğrultu (azimut) açısı 342 derece, dalım açısı 73 ve kayma açısı -29.6 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. 27.02.2009 tarihinde meydana gelen 3.5 büyüklüğündeki depremin (17) verileri incelendiğinde, doğrultu açısı 336, dalım açısı 44.9 ve kayma açısı 59.9 bulunmuştur. Faylanma türü ise **ters oblik fay** olarak belirlenmiştir. Bu bölgede meydana gelen depremlerin fay düzlemi çözümleri, farklı mekanizmalara işaret etse de; 4 deprem ağırlıklı olarak ters oblik faylanma vermiştir. Buna göre gerek İzmir Fayı, gerekse diğer faylanma mekanizmalarında daha doğru sonuçların alınabilmesi için, yeterli sayı ve duyarlıkta odak mekanizması çözümlerine ihtiyaç vardır.

II. bölgede meydana gelen bir deprem hariç, diğerleri birbirine yakın alanda; Torbalı-Söke civarında meydana gelmiştir. 01.04.2009 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin (19) verileri değerlendirildiğinde, doğrultu açısı 59.8, dalım açısı 30.6 derece ve kayma açısı -16 olarak belirlenmiştir. Faylanma türü **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. 28.01.2009 tarihli 3.5 büyüklüğündeki depremin (15) verileri değerlendirildiğinde ise doğrultu (azimut) açısı 115 derece, dalım açısı 50 ve kayma açısı 90 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **ters fay** olarak belirlenmiştir. 29.01.2009 tarihli 3.3 büyüklüğündeki deprem (16) değerlendirildiğinde ise doğrultu açısı 148.8, dalım açısı 85.8 ve kayma açısı -83.2 olarak bulunmuştur. Faylanma türü ise **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. Buna göre bölgede temel faylanma mekanizması olarak normal oblik fay olduğu söylenebilir.

III. bölgede meydana gelen bir deprem hariç, diğerleri birbirine yakın alanda; Sarıgöl-Manisa civarında meydana gelmiştir. 31.10.2007 tarihli 3.5 büyüklüğündeki depremin (3) verileri değerlendirildiğinde, doğrultu açısı 41.2, dalım açısı 71.2 derece ve kayma açısı -61.9 olarak belirlenmiştir. Faylanma türü **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. 16.11.2007 tarihli 2.9 büyüklüğündeki depremin (4) verileri değerlendirildiğinde ise doğrultu (azimut) açısı 38.1 derece, dalım açısı 81.2 ve kayma açısı 176.9 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **doğrultu atımlı fay** olarak belirlenmiştir. 22.03.2009 tarihli 3.5 büyüklüğündeki deprem (18) ise Denizli' nin kuzeyinde yer almaktadır. Bu depremin verileri değerlendirildiğinde doğrultu açısı 17.4, dalım açısı 89.8 ve kayma açısı 9.1 olarak bulunmuştur. Faylanma türü ise

doğrultu atımlı fay olarak belirlenmiştir. Buna göre bölgede temel faylanma mekanizması olarak doğrul atım bileşeninin ağırlıkta olduğu söylenebilir.

IV. bölgede bir deprem hariç, diğerleri Kavaklıdere-Çine-Karacasu (Aydın) üçgeninde meydana gelmiştir. Tavas (Denizli) yakınlarında; 25.09.2007 tarihinde oluşan ve büyüklüğü 3.2 olarak hesaplanan tek depremin **(1)** odak mekanizması çözümü sonucunda doğrultu (azimut) açısı 55, dalım açısı 65 ve kayma açısı 175 derece bulunmuştur. Depremin faylanma türü **ters oblik fay** olarak belirlenmiştir. Kavaklıdere-Çine-Karacasu (Aydın) üçgeninde 5 adet deprem meydana gelmiştir. 10.01.2008 tarihli 4.2 büyüklüklü depremin **(9)** verileri değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 130 derece, dalım açısı 40 ve kayma açısı -86.2 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **normal fay** olarak belirlenmiştir. 10.01.2008 tarihli 3 büyüklüklü depremin **(10)** verileri değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 316 derece, dalım açısı 50 ve kayma açısı -90 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **normal fay** olarak belirlenmiştir. 10.01.2008 tarihli 3.1 büyüklüklü depremin **(11)** verileri değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 315 derece, dalım açısı 60 ve kayma açısı -55 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. 10.01.2008 tarihli 3.2 büyüklüklü depremin **(12)** verileri değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 350 derece, dalım açısı 90 ve kayma açısı 5.0 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **doğrultu atımlı fay** olarak belirlenmiştir. 11.01.2008 tarihli depremin **(13)** verileri değerlendirildiğinde, doğrultu (azimut) açısı 335 derece, dalım açısı 55 ve kayma açısı -45 derece olarak bulunmuştur. Faylanma türü **normal oblik fay** olarak belirlenmiştir. Bu bölgede meydana gelen 5 depremin dördü, ağırlıklı olarak normal faylanma; diğeri ise doğrultu atımlı fay çözümü vermiştir. Buna göre, söz konusu bölgede meydana gelen depremlerin hakim faylanma türünün normal fay olduğu anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akçığ, Z. 1988, Batı Anadolu'nun yapısal sorunlarının gravite verileri ile irdelenmesi. *TJK Bült.* C.31, 63-70.
- Alptekin, Ö. 1973, *Fochal mechanisms of earthquakes in Western Turkey and their implications*: Ph. D. Thesis, New Mexico Institute of Mining and Technology Socorro, New Mexico, 95,189 p.
- Alptekin, Ö. 1978.,Batı Anadolu depremlerinin odak mekanizmaları ve bunların aktif tektonik ilişkileri2. Odak mekanizmaları tektoniği modeli, *Jeofizik Dergisi.* C.7s.3.35-37 s
- Bingöl, E. 1976, Batı Anadolu'nun Jeotektonik evrimi. *M.t.A. enst. Der.*, 86, s.14-34.
- Bozkurt, E., (2001). Neotectonics of Turkey-a synthesis, *Geodinamica Acta*, 14, pp 3-30
- Dewey, J.F. ve Şengör. A.M.C., 1979, Aegean and surrounding regions: complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent bölge, *Geol. Soc. America Bull. Part 1.* 90., 84-92 p.
- Erdik,M.,2000. *İzmir DEPREM senaryosu ve MASTER planı*, Boğaziçi Üniversitesi200.
- İBB, 2006. İzmir Büyükşehir Belediyesi web sayfası, <http://www.izmir.bel.tr/izmirdeprem>
- Kocafe, S. S., 1981, *Batı Anadolu aktüel tektoniği ve Ege-Anadolu plakaları arası yapısal ilişkinin saptanması*. Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Fak., Doktora tezi, 160s.
- Kurt, D 2008, *Ege Bölgesi' nin Sismotektoniği*, Bitirme Tezi, DEÜ
- McClusky ,2000, S., S. Balassania, A. Barka, C. Demir, S.Ergintav, I. Georgiev, O.Gurkan, M. Hamburger,K. Hurst, H. Kalhe, K. Kastens, G. Kekelidze, R.King, V. Kotzev, O. Lenk, S. Mahmoud, A.Mishin, M. Nadariya, A. Ouzounis, D. Paradissis,Y. Peter, M. Prilepin, R. Reilinger, I. Sanli, H.Seeger, A. Tealeb, M.N. Toksöz and G. Veis,2000, Global

positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the easternMediterranean and Caucasus. *J. Geophys. Res.* 105,pp. 5695–5719.

McKenzie, D.P 1972 Actives tectonics of the Meditarraneanregions *Geophys. J. R. Astr. Soc.*30.109-1858

McKenzie, D.P.,1978, Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean sea and its surrounding regions, *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 55, 217-254

Polat, O., 2002, *Sismotectonique et aléa sismique de la région de Marmara, Turquie (Marmara Bölgesinin Depremselliği ve Sismotektoniği)*, Université Louis Pasteur (ULP), Institut de Physique du Globe (IPGS), Strasbourg-Fransa, 175s.

Polat, O., Gök, E. and Yılmaz, D., 2008. Earthquake Hazard of the Aegean Extension Region(Western Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences* (in press).

Snoke, J. A., 2003, FOCMEC: *Focal Mechanism Determinations*, Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA, <http://www.geol.vt.edu/outreach/vtso/focmec/>

Tan, O. 1996, 3-Eylül-1968 *Bartın Depremi Fay Düzlemi Çözümü*. Bitirme Ödevi İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, Haziran, 1996"

Yılmaz, D. 2006, *Ege Açılma Sistemleri Deprem Tehlikesi*, Bitirme Tezi, DEÜ

Yılmaz, Y. 2000, Ege Bölgesinin Aktif Tektoniği, *Batı Anadolu Sempozyumu* s. 3-11

EKLER

EK- 1: 25.09.2007 tarihli depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK- 2: 28.09.2007 tarihli depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK- 3: 31.10.2007 tarihli depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK- 4: 16.11.2007 tarihli depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-5: 05.01.2008 tarihli 4.2 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-6: 05.01.2008 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-7: 05.01.2008 tarihli 3.4 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-8: 05.01.2008 tarihli 3 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-9: 10.01.2008 tarihli 4.2 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-10: 10.01.2008 tarihli 3 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-11: 10.01.2008 tarihli 3.1 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-12: 10.01.2008 tarihli 3.2 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-13: 11.01.2008 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-14: 19.01.2009 tarihli 3.6 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-15: 28.01.2009 tarihli 3.5 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-16: 29.01.2009 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-17: 27.02.2009 tarihli 3.5 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-18: 22.03.2009 tarihli 3.5 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma çözümü ekran görüntüsü

EK-19: 01.04.2009 tarihli 3.3 büyüklüğündeki depremin MF programında değerlendirilmesi sonucu elde edilen odak mekanizma

