

5/5/1986 ve 6/6/1986 Doğanşehir Depremleri ve Doğu Anadolu
Fay Zonu İle İlişkisi

Dr.Üstün KIYAK^x, Doğan KALAFAT^{xx}, Dr.Öğuz GÜNDOĞDU^x

ÖZET

1986 yılı Mayıs ve Haziran aylarında Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde Doğanşehir depremleri olarak isimlendirilen iki deprem oluşmuştur. Magnitütleri $M_s = 5.8$ ve $M_s = 5.6$ olarak verilen depremlerin içmerkezleri 10 km derinde yer almaktadır. Depremlerde toplam olarak sekiz kişi ölmüş, kırkdört kişi yaralanmış ve yerleşim bölgelerinde önemli ölçüde hasar meydana gelmiştir. Bu çalışma ile Doğanşehir depremlerinin fay düzlemi çözümleri yapılmış ve depremlerin sol yönlü doğrultu atımlı faylanmalarla ilişkili olduğu anlaşılmıştır.

Doğanşehir depremlerinin önemi, Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde olmalarının yanı sıra, 5 Mayıs 1986 tarihli birinci şokun Sürğü Barajı gövdesinde önemli sayılabilecek nitelikte hasar yaratmış olmasından kaynaklanmaktadır. Aslında her iki depremin de magnitütleri önemli hasar oluşturacak kadar büyük değildir. Ancak, gerek deprem bölgesinde ki yapı türleri, gerekse yapı malzemelerinin ve işçiliğin kötü kaliteli olması, hasarın umulanın üzerinde gerçekleşmesinin nedenlerini oluşturmaktadır.

x-İÜ. Müh. Fak. Jeofizik Mühendisliği Bölümü

xx-BÜ. Kandilli Rasathanesi

ABSTRACT

In 5/5/1986 and 6/6/1986 two moderate earthquakes were occurred near the town of Doğanşehir on the East Anatolian Fault Zone with the magnitudes $M_s = 5.8$ and $M_s = 5.6$ respectively. The first event caused some damages on the body of Sürgü Dam which is situated approximately fifteen kilometers far from the epicentre of the earthquake. This was the first earthquake, created some damages on a barrage in the Turkey until now. Although, the magnitudes of the two events have not been big enough to create heavy damage on the buildings. But, because of the construction style, building material and low quality workmanship, the unexpected hazard has happened on the houses in the earthquake area.

In frame of this study the fault plane solutions have been obtained of 5 May 1986 and 6 June 1986 shocks. Beside of this, the fault plane solution of 14 June 1964 Malatya earthquake has been obtained. According to the fault plane solutions all three earthquakes are related with the left lateral strike slip faultings. This result is in a very good harmony with the tectonic feature of investigation area.

Giriş

Türkiye ve yakın çevresine ilişkin tektonik hareketleri inceleyen ve bazı levha tektoniği modelleri ortaya atan çalışmalar 1970'li yıllardan itibaren yapılmaya başlanmıştır. Bu anlamda ilk çalışma McKenzie(1972) tarafından gerçekleştirilmiş ve daha sonra Alptekin(1973), Ketin(1976), Şengör(1982) gibi araştırmacılar yeni levha modellerini öne sürmüşlerdir(Şekil 1). Bütün bu levha modellerinde başlıca iki büyük fay zonu yer almakta ve Türkiye levhasının kuzey ve doğu sınırlarını oluşturmaktadırlar. Bunlardan bir tanesi Kuzey Anadolu Fay Zonu, diğeri Doğu Anadolu Fay Zonu'dur. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun varlığı bilim adamlarınca 1939 Erzincan depreminden sonra anlaşılmıştır. Bu tarihi izleyen süre içinde, günümüze kadar Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilgili olarak yüzden fazla araştırma yapılmıştır. Doğu Anadolu Fayı'nın varlığı ise ilk olarak 1969'da Allen tarafından anlaşılmış daha sonra Arpat ve Şaroğlu fay zonu'nun varlığını kesinleştirmişler ve Doğu Anadolu Fay Zonu olarak adlandırmışlardır(Arpat ve Şaroğlu, 1972). Sol yönlü doğrultu atımlı bir faylanma olan Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Miyosenden sonra oluştuğu tahmin edilmektedir(Arpat ve Şaroğlu, 1972). Doğu Anadolu Fay Zonu kuzeyde Karlıova civarında Kuzey Anadolu Fay Zonu ile kesişmekte güneybatı'da ise, Malatya ve Adıyaman arasından geçtikten sonra sona ermektedir(Büyükaşıkoglu, 1980).

Alp-Himalaya kıvrımlı kuşağı üzerinde yer alan Türkiye ve çevresindeki levha hareketlerini Afrika, Avrasya ve güneydoğu'da Hint-Avustralya levhalarının karşılıklı etkileşimleri yönlendir-

mektedir. Bu etkileşimlerin bir sonucu olarak da Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde ve çevresinde zaman zaman yıkıcı depremler oluşmaktadır. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ilginç bir özelliği de $38^{\circ}.00$ Kuzey enlemi ile $38^{\circ}.50$ Doğu boylamının belirlediği nokta civarında Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu ile kesişiyor olmasıdır. Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu Eyidoğan(1983) tarafından incelenmiştir.

Eyidoğan'a göre bu zon, bir kıta kıta çarpışmasının sınırını oluşturmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu üzerinde aletsel sismoloji döneminde(1900'den sonra) yıkıcı nitelikte 1975 Lice depremi oluşmuştur. Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde de 1971 tarihinde gene yıkıcı nitelikte olan Bingöl depremi meydana gelmiştir(Şekil 2). Bu şekilden de görüleceği gibi, 22/5/1971 Bingöl depreminin fay düzlemi çözümünü yapan Tezuçan(1976) ve Dewey(1976)'e göre deprem sol yönlü doğrultu atımlı bir faylanma ile ilişkilidir.

Bingöl depremine ilişkin olarak yapılan arazi gözlemleri de fay düzlemi sonuçlarını doğrulamaktadır. 6/9/1975 Lice

depreminin arazi gözlemleri depremin ters bir faylanma ile ilişkili olduğunu göstermektedir(Arpat, 1977). Bu depremin fay düzlemi çözümü Tezuçan(1979) ve Eyidoğan(1983) tarafından yapılmıştır.

Tezuçan'a göre deprem ters bir faylanma ile ilişkilidir. Eyidoğan ise, fay düzlemi çözümünde doğrultu atım ve ters bileşenleri hemen hemen birbirine eşit bir faylanmanın varlığından söz etmektedir.

Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde en son 5 Mayıs 1986'da $M_s=5.8$ ve 6 Haziran 1986'da $M_s=5.6$ olarak belirlenen ve toplam olarak sekiz kişinin ölümüne, kırkdört kişinin yaralanmasına neden olan iki deprem meydana gelmiştir. Her iki depremin de magnitütleri büyük hasar oluşturacak düzeyde olmamakla birlikte, deprem bölgesinde mevcut binaların yapım teknikleri ve yapımda kullanılan malzemenin ve işçilik kalitesinin düşük oluşu, umulmayan hasarla-

rin meydana gelmesine yol açmıştır(Bayülke ve diğ.1986).Her iki depremin de dışmerkezleri birbirine çok yakın olup Doğanşehir dolayında yer almaktadır.Bir ay ara ile meydana gelen bu depremlerin en kayda değer özelliği Türkiye'deki barajlarda hasar yaratan ilk depremler olmasıdır.Doğanşehir çevresinde yıkıma neden olan bu depremler,Sürgü Barajı gövdesinde önemli çatlaklar meydana getirmişlerdir(Bayülke ve diğ.1986).

Bu çalışma kapsamında 5 Mayıs 1986 ve 6 Haziran 1986 tarihlerinde meydana gelen Doğanşehir ve 14 Haziran 1964 Malatya depremlerinin fay düzlemi çözümleri yapılmıştır.Bunun yanı sıra inceleme alanı olarak belirlenen kesimin tarihsel ve aletsel dönem deprem etkinliği incelenerek bölgenin güncel tektonizmasına ilişkin görüşler belirtilmiştir.

İnceleme Bölgesinin Tarihsel Depremleri

İnceleme bölgesi $36^{\circ}.90-39^{\circ}.60$ Kuzey enlemleri ile $35^{\circ}.90-39^{\circ}.60$ Doğu boylamlarının sınırladığı alandır.Bu bölgenin tarihsel dönem depremlerinin belirlenebilmesi için Soysal ve diğ.(1981),Bayülke ve diğ.(1986)'den yararlanılmıştır.Şekil 3 den de görüleceği gibi,tarihsel dönemde oluşan,dışmerkez koordinatları ve oluş tarihleri belirlenebilen on tane deprem bulunmaktadır.Bunun dışında,inceleme bölgesi sınırları içinde olduğu tahmin edilen ancak,dışmerkez koordinatları belirlenemeyen dört deprem daha vardır(Çizelge 1).Yaklaşık olarak ikibin yıllık bir süreçte şiddeti altı ve daha büyük ancak ondört depremin oluşması,bölgede bulunan fay sistemleri göz önüne alındığında beklenmeyen bir durumdur.Tarihsel döneme ilişkin deprem verilerinin azlığı inceleme bölgesinin gerçek anlamda deprem etkinliğinin belirlenmesine yetecek düzeyde değildir.Tarihsel dönem deprem-

lerinin listesi incelendiğinde inceleme bölgesinde deprem bakımından zaman zaman sakin geçen devirlerin bulunduğu görülmektedir. Ancak, sakin geçen bu devirler, bölgedeki tektonik hareketliliğin özelliğinden çok, oluşan depremlerin kayıtlara geçmemesinden veya mevcut belgelere ulaşamamaktan kaynaklanıyor olabilir. Arap ve Türkiye levhalarının çarpışma sınırında yer alan (Dewey ve Şengör, 1979; Eyidoğan, 1983) araştırma bölgesinin tarihsel dönemde de deprem bakımından etkin olması beklenmektedir. Aletsel dönemde bölgede oluşan depremlerin sayısı ve oluşturduğu yıkımlar göz önüne alındığında yukarıda ifade edilen kanının güçlendiği görülmektedir. Tarihsel dönemde oluşan ve dışmerkez koordinatları belirlenebilen derremlerin inceleme bölgesinde yer alan kırıklarla ilgisini belirlemek için şekil 3 çizilmiştir. Bu şekil incelendiğinde, tarihsel dönemde oluşan depremlerin dışmerkez yerlerinin büyük bir bölümünün inceleme bölgesindeki kırıkların dışında bulunduğu anlaşılmaktadır. Görünen bu durum büyük bir olasılıkla tarihsel dönem depremlerinin dışmerkez yerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemden kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi, dışmerkezler belirlenirken betimsel verilerden yararlanılmakta, diğer bir deyişle yerleşim merkezlerinde hasarın en büyük olduğu yer dışmerkez olarak kabul edilmektedir. Böylece tarihsel dönem depremlerinde bu nitelikteki gözlemsel dışmerkezler kullanılmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak da yukarıda sözü edilen farklılıklar meydana gelmektedir. Bu gün için elde var olan bilgilerden ve aletsel dönemde oluşan depremlerden yararlanarak, inceleme bölgesinin tarihsel dönemde de deprem bakımından etkin bir bölge olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, burada vurgulanması gereken husus, Orta Anadolu Bölgesi hariç olmak üzere, bu etkinliğin Türkiye genelinde diğer bölgelere göre daha düşük düzeyde olduğudur.

NO	TARİH	DİŞMERKEZ KOORDİNATLARI	ŞİDDET MSK-64	AÇIKLAMALAR
1	128	37.30K-36.80D	VIII	İslahiye-Maraş
2	995	38.50K-39.50D	VI	Palu-Malatya
3	1156	? ?	?	Malatya
4	1514	38.35K-38.60D	VI	Malatya
5	22.1.1544	38.20K-37.15D	VIII	Elbistan-Maraş
6	30.4.1847	? ?	VII	Diyarbakır-Malatya
7	? .2.1890	38.35K-38.30D	VI	Malatya'da ağır hasar
8	31.3.1893	38.00K-38.70D	IX	Malatya 400 ölü
9	? .10.1895	38.40K-38.30D	VI	Malatya-Akçadağ
10	? . ? .1897	38.35K-38.30D	V	Malatya
11	? . ? .1899	38.35K-38.30D	V	Malatya
12	? . ? .1902	? ?	?	Malatya-Harput
13	? . ? .1905	38.30K-38.60D	VII	Malatya'da ağır hasar
14	? . ? .1906	? ?	?	Maraş-Yenice kale

Çizelge 1-Inceleme Bölgesinde Oluşmuş Tarihsel Dönem Deprem Verileri.Veriler Soysal ve diğ.(1981),Bayülke ve diğ.(1986)'den derlenmiştir.

Aletsel Dönem Deprem Etkinliği

İnceleme bölgesinin aletsel dönem deprem etkinliğinin belirlenebilmesi için Kandilli Deprem Kataloğu 1986(KDK-86)'dan yararlanılmıştır.1900-1987 yılları arasında inceleme bölgesinde oluşan depremlerin sayısı 112 olarak belirlenmiştir(Şekil 4). Katalog'da 1981 yılına kadar oluşan depremlerin magnitütleri $M_g = 4.5$ olarak sınırlandırılmışken,1981-1987 yılları arasında oluşan depremlerin magnitütlerine herhangi bir sınırlama getirilmemiştir.Böylece 1900-1981 arasında toplam olarak 69 deprem belirlenmişken 1981-1987 yılları arasında 43 tane deprem belirlenmiş olmaktadır.Bu durum 1981 yılından itibaren 4.5'dan küçük magnitütlü depremlerin kataloga eklenmesinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda depremlerde belirlenen artışa rağmen alet şebekesindeki yetersizlikten dolayı inceleme bölgesinde oluşan kimi küçük depremler saptanamamaktadır.Bu da inceleme bölgesinin gerçek anlamda deprem etkinliğinin belirlenmesini engelleyen önemli bir unsurdur.Alet şebekesinin yetersizliği dolayısıyla algılanamayan,ancak insanlar tarafından hissedilen depremlere örnek olarak,17/10/1986 tarihinde Malatya Doğanşehir civarında sabah saat 9.30'da oluşan ve Mayıs,Haziran aylarında'ki depremlerde hasar gören bazı konutları yıktığı halde kayıtlarda bulunamayan bu deprem gösterilebilir.Bundan başka 28/2/1987 tarihinde sabah saat 7.20 ve 7.30'da oluşan iki deprem Doğanşehir, Çelikhane ve Gölbaşı civarında duyulmuş ve bazı konutların duvarları çatlamış,can ve mal kaybı meydana gelmemiştir.Bu iki örnekte belirtilen depremler aletsel olarak algılanamamış,herhangi bir parametresi belirlenememiş,bülten ya da kataloglara geçmemiştir.1900-1987 sürecinde oluşan depremler çizelge 2'de veril-

miştir.Çizelge 2'deki depremlerin listesi incelendiğinde oluşan depremlerden sadece bir tanesinin magnitudünün 6.8 olduğu görülmektedir ki,bu da kayıtlara geçen en büyük magnitudütlü deprem olarak belirmektedir.Aletsel dönemde inceleme bölgesinde oluşmuş ve magnitudü 5 ile 6 arasında olan onaltı tane deprem bulunmaktadır. Bunun dışında kalanlar ise daha küçük magnitudütlü depremlerden ibarettir.Bu görünüm inceleme bölgesinin depremselliğinin en azından son seksenyedi yıllık bir süre için,orta büyüklükteki depremlerle temsil edilebileceğini ortaya koymaktadır(Şekil 4).

Aletsel dönemde inceleme bölgesinde oluşmuş ikinci büyük magnitudütlü deprem 14/6/1964 Malatya depremidir.Magnitudü $M_g = 6.0$ olan bu depremde yüzeyde belirgin bir kırılmaya raslanmamıştır. Depremde oluşan çatlakların daha ziyade tetiklenmiş kayma ve heyelan çatlakları olduğu anlaşılmaktadır(Eyidoğan,1983).Bu depremi izleyen yirmiiki yıl içinde inceleme bölgesinde oluşmuş ve büyük sayılabilecek bir deprem bulunmamaktadır.Ancak 1986 yılında Mayıs ve Haziran aylarında olmak üzere iki tane orta büyüklükte deprem bölgeyi sarsmıştır.Doğanşehir depremleri olarak adlandırılan bu depremlerin en önemli özelliği daha önce de deyinildiği gibi Türkiye'de bir barajda hasar oluşturan ilk depremler olmasıdır.

Fay Düzlemi Çözümleri

Bu çalışmada P dalgalarının ilk hareket yönlerinin dağılımından yararlanarak 14/6/1964 Malatya,5/5/1986 ve 6/6/1986 Doğanşehir depremlerinin fay düzlemi çözümleri yapılmıştır.14/6/1964 Malatya depreminin dışmerkezi 38.13Kuzey 38.51Doğu koordinatında Magnitudü $M_g = 6.0$ ve odak derinliği de 3 km olarak ISC tarafından verilmektedir.Fay düzlemi çözümü için gerekli olan P dalgalarının ilk hareket yönleri ve diğer parametreler ISC'nin aylık bültenle-

rinden sağlanmıştır.5/5/1986 Doğanşehir depreminin dışmerkezi 37.99Kuzey,37.89Doğu,mağnitüdü $M_s=5.8$ ve odak derinliği de 10 km olarak NEIS tarafından verilmiştir.6/6/1986 Doğanşehir depreminin dışmerkezi 38.00Kuzey,37.92Doğu,mağnitüdü $M_s=5.6$ ve odak derinliği 10 km olarak NEIS tarafından verilmiştir.Her üç depremin fay düzlemi çözümü yapılırken Wickens(1967)bilgisayar programı ve Hodgson-Storey(1953)tabloları kullanılmıştır.

1964 Malatya depreminin fay düzlemi çözümü daha önce başka araştırmacılar tarafından da yapılmıştır.Canitez(1967b)yaptığı çözümde,bir miktar doğrultu atım bileşeni içeren normal faylanma bulunmuştur.McKenzie(1972)de Malatya depreminin fay düzlemi çözümünü yapmış,ancak tek bir düğüm düzlemi belirleyebildiği için çözümü zayıf olarak nitelendirmiştir.Büyükaşıkoglu(1980)'nun bulgularına göre, bu depremin fay düzlemi çözümü doğrultu atımlı bir faylanmayı işaret etmektedir.Eyidoğan ise(1983)depremin pür normal bir faylanma ile ilişkili olduğunu ifade ile,kuzey-güney doğrultulu düğüm düzlemini fay düzlemi olarak kabul etmektedir.

Bu çalışma kapsamında 1964 Malatya depreminin fay düzlemi çözümü yapılmıştır.Çözümün veri bazını ISC'nin aylık bültenlerinden sağlanan P dalgalarına ilişkin altmışbir tane ilk hareket yönü okuması oluşturmaktadır.İlk hareket yönlerinden yirmidört tanesi kompresyon,otuzyedisi de dilatasyondur.Elde edilen sonuca göre,depremin ilişkili olduğu faylanma doğrultu atımlıdır ve düğüm düzlemlerinden kuzeybatıya eğimli olanı fay düzlemi olarak seçilmiştir.Bu taktirde faylanma sol yönlü doğrultu atımlı olmakta ve bir miktar da ters bileşeni bulunmaktadır(Şekil 5).Malatya depremine ilişkin fay düzlemi çözüm sonuçları Doğanşehir depremlerinin fay

düzlemi çözümlerinin sonuçlarıyla beraber bu bölümün sonunda çizelge halinde verilmektedir.

5/5/1986 Doğanşehir depreminin fay düzlemi çözümü yapılırken yüzotuzyedinci istasyonun verisinden yararlanılmıştır. Bu verilerden seksenbeş tanesi kompresyon, elliiki tanesi de dilatasyondur. Sonuçta bu depreme ilişkin doğrultu atımlı bir faylanma elde edilmiştir. Deprem arazide görünür bir faylanma oluşturmamıştır. Ancak binalarda bazı çatlaklar, arazide kaya yuvarlanmaları ve Sürgü barajı gövdesinde hasar meydana gelmiştir. Deprem Araştırma Enstitüsünce yapılan arazi çalışmalarından yararlanarak çizilen eşşiddet haritasına bakıldığında (Şekil 6), depremin doğu-batı doğrultusunda etkili olduğu anlaşılmaktadır (Bayülke ve diğ. 1986). Bu görüş çerçevesinde, fay düzlemi çözümü yapılarak belirlenen düğüm düzlemlerinden kuzeybatı'ya eğimli olanı fay düzlemi olarak seçilmiştir. Bu düzlemin fay düzlemi olarak belirlenmesi halinde faylanma sol yönlü doğrultu atımlı karakterde olmakta ve bir miktar da ters bileşen içermektedir (Şekil 7).

6/6/1986 tarihli ikinci Doğanşehir depreminin fay düzlemi çözümü yapılırken seksendokuz istasyona ilişkin ilk hareket yönü okuması kullanılmıştır. Bunlardan elliüç tanesi kompresyon, otuzaltı tanesi ise dilatasyondur. Birinci depremde olduğu gibi ikinci depremden sonra da arazide faylanma izine raslanmamıştır. Bu bakımdan depreme ilişkin fay düzlemi belirlemesi yapılırken, Doğu Anadolu Fay Zonu'nun genel gidişine uygun olan düğüm düzlemi fay düzlemi olarak alınmıştır. Bu durumda kuzeydoğuya doğru eğimli olan düğüm düzlemi, fay düzlemi olarak seçildiğinde faylanma sol yönlü doğrultu atımlı olmakta ve bir miktar da ters bileşeni bulunmaktadır (Şekil 8).

Tarih	A Düzlemi		C Düzlemi		P Eksen		T Eksen		B Eksen	
	Do.	Eğ.	Do.	Eğ.	Do.	Da.	Do.	Da.	Do.	Da.
14/6/1964	302	75	208	77	165	2	75	20	260	70
5/5/1986	324	88	234	82	9	4	99	7	252	82
6/6/1986	10	68	267	61	47	4	141	38	311	52

Çizelge 2- Fay düzlemi çözümlerinin nicel sonuçları.

Bu çalışma çerçevesinde fay düzlemi çözümü yapılan 1964 Malatya, 1986 Doğanşehir depremlerinin fay düzlemi çözüm diyagramları Şekil 9'da inceleme bölgesinde'ki faylarla birlikte gösterilmektedir. Bu şeklin incelenmesinden deprem dışmerkezlerinin ve belirlenen faylanma türlerinin bölgede bulunan kırıklarla çok iyi bir uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.

Değerlendirme

Şekil 2'de inceleme bölgesi ve yakın çevresinde yer alan faylarla 1900'den sonra oluşan ve yıkıcı nitelikteki depremlerin fay düzlemi çözümleri görüntülenmiştir. Şekilde 1971 tarihli Bingöl depreminin dışmerkezi, sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunmakta ve fay düzlemi çözümü de (Tezuçan, 1976) sol yönlü doğrultu atımlı bir faylanmayı işaret etmektedir. Bingöl depreminin arazi gözlemleri Seymen ve Aydın (1972) tarafından yapılmıştır. Seymen ve Aydın'a göre, hareketin eğim bileşeni belirlenememiştir. Depremin arazi üzerinde oluşturduğu kırıklar 35 km boyunca sol yönlü doğrultu atımlı olarak izlenmiştir. Böylece Tezuçan tarafından saptanan faylanma türü arazi gözlemleriyle desteklenmektedir. Şekil 2'de 1975 Lice depreminin dışmerkezi Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu üzerinde yer almaktadır. 1975 Lice depreminin fay düzlemi çözümü Tezuçan (1979) tarafından

ters, Eyidoğan(1983) tarafından ise ters ve doğrultu atım bileşenleri hemen hemen birbirine eşit olan bir faylanma olarak belirlenmiştir. Lice depreminin Arpat(1977a) tarafından yapılan arazi gözlemlerine göre, faylanma ters karakterlidir ve eğim yönünde'ki yerdeğiştirme 100 cm'den az değildir. Sol yönlü hareket bazı yerlerde az miktarlarda belirlenmiş örneğin, Yamaçlı köyü doğusunda 14 cm olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla gerek Tezuçan'ın gerekse Eyidoğan'ın Lice depremi için belirledikleri fay düzlemi çözümlerinde saptadıkları ters bileşenler, deprem dışmerkezinin konumlandığı bindirme zonunun genel karakterini yansıtmaktadır.

5/5/1986 ve 6/6/1986 tarihlerinde Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde Doğanşehir civarını sarsan ve bu çalışma çerçevesinde fay düzlemi çözümleri yapılan bu iki depremin sol yönlü doğrultu atımlı faylanmalarla ilgili olduğu anlaşılmıştır. Magnitütleri bakımından orta büyüklükte olmalarına karşın, Sürgü barajında önemli sayılabilecek hasarlar oluşturan depremlerin en büyük gerilme eksenlerinin yaklaşık kuzey-güney doğrultulu ve dalımlarının da yataydan ancak birkaç derece farklı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında 14/ 6/1964'de oluşan ve Malatya depremi olarak bilinen depremin de fay düzlemi çözümü yapılmıştır (Şekil 5). Bu çözüme göre, depremle ilgili faylanma sol yönlü doğrultu atımlı olarak belirlenmiş ve en büyük gerilme ekseninin doğrultusu yaklaşık kuzey-güney olarak bulunmuştur. Bu üç depremde belirlenen en büyük gerilme eksenlerinin doğrultuları Arap levhasının kuzeye doğru yaptığı hareketin bir sonucunu oluşturmaktadır. Gerek Malatya ve gerekse Doğanşehir depremlerinde saptanan ters bileşenlerin, daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konan Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu'nun yöreyi etkilemesinin bir kanıtı olarak değerlendirilebilir.

Şekil 2'de görümlenen fay zonları ve 1900'den sonra bölgeyi etkileyen orta ve yıkıcı nitelikteki depremlerin fay düzlemi sonuçları da göz önüne alındığında, inceleme bölgesi ve çevresinin yaklaşık kuzey-güney doğrultulu basınçların etkisi altında kalmaya devam ettiği ve bugüne kadar fay düzlemi çözümü yapılabilen depremlerin bölgede bulunan faylanmalarla iyi bir uyum içinde olduğu söylenebilir.

Burada üzerinde durulması gereken, Doğu Anadolu Fay Zonu ile Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu'nun yaşları konusundaki kimi kuşkuların kaldırılmasının gerekliliğidir. Bilindiği gibi, Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Miyosenden sonra oluştuğu tahmin edilmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972). Oyse Arap levhasının Anadolu levhası üzerine bindirmesinin başlangıcı, bazı araştırmacılar tarafından Orta Miyosen olarak ileri sürülmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Eyidoğan, 1983). Böyle olunca da Doğu Anadolu Fay Zonu'nun iki levhanın çarpışmasından çok sonra oluştuğu ortaya çıkmaktadır ki, bu taktirde Doğu Anadolu Fay Zonu'nu oluşturan nedenlerin belirlenmesi gerekmektedir. Diğer önemli bir husus da inceleme bölgesi ve çevresinde alıtsel dönemdeki deprem etkinliğine ilişkin veri eksikliğinin varlığıdır. Bu eksiklik, geçmişte olduğu kadar gelecekte de inceleme bölgesiyle ilgili yetersiz yaklaşımlar yapılmasına neden olacaktır. Bu bakımdan bu çalışmada daha önceki bölümlerde örneklerle anlatılan veri noksanlığının giderilmesi için Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki istasyon ağının tamamlanması gerekmektedir.

NO	TARİH	ENLEM (K)	BOYLAM (D)	M	H (Km)
1	12 04 1905	39.00	39.00	6.8	D2
2	12 04 1905	39.00	39.00	5.8	D2
3	12 04 1905	39.00	39.00	5.6	D2
4	30 10 1908	37.60	36.80	5.4	D2
5	22 02 1909	39.00	37.00	5.7	D2
6	19 05 1915	37.62	39.47	5.4	10
7	01 02 1922	38.00	37.00	5.3	D2
8	08 02 1930	38.52	39.40	5.1	100
9	09 04 1930	39.55	39.26	5.0	10
10	20 04 1930	39.37	39.35	4.9	60
11	09 01 1931	38.00	38.50	4.9	D2
12	06 05 1931	37.50	39.50	5.0	D2
13	02 02 1936	37.69	38.82	5.0	160
14	25 11 1938	39.00	38.00	4.8	D2
15	02 02 1940	39.60	38.10	4.5	D2
16	23 09 1940	38.96	39.32	4.9	80
17	18 08 1948	38.51	39.25	5.0	10
18	25 04 1949	38.27	38.99	5.3	80
19	09 05 1950	38.24	38.32	5.0	70
20	08 11 1950	38.27	39.16	5.2	50
21	24 03 1953	37.02	37.00	5.0	10
22	27 10 1958	37.83	36.83	4.0	10
23	09 12 1959	38.09	39.00	4.6	60
24	24 04 1960	39.59	39.10	4.3	10
25	19 06 1960	38.87	37.75	4.5	70
26	31 08 1960	39.09	35.98	4.7	70
27	01 03 1961	37.84	37.06	4.0	140
28	01 06 1961	37.65	36.76	5.0	40
29	14 07 1961	37.10	38.80	4.0	00
30	10 09 1961	37.02	36.11	4.0	100
31	26 03 1962	38.30	37.13	4.2	10
32	25 08 1963	38.99	38.30	4.8	50
33	23 04 1964	38.09	38.75	5.0	57
34	14 06 1964	38.13	38.51	6.0	03
35	14 06 1964	37.98	38.51	4.5	30
36	14 06 1964	38.14	38.50	4.1	33
37	15 12 1964	39.50	36.50	4.0	00
38	16 05 1965	38.16	38.98	4.1	26
39	17 10 1965	38.08	38.50	4.6	41
40	24 10 1965	38.50	38.50	4.0	00
41	25 11 1965	37.24	36.22	4.5	50
42	26 04 1966	37.98	38.41	4.0	19
43	01 03 1967	37.20	36.80	4.0	00
44	07 04 1967	37.43	36.17	4.6	38
45	20 10 1967	38.00	38.57	4.5	33
46	07 04 1967	37.36	36.24	4.8	32
47	20 10 1967	38.08	38.72	4.0	00
48	20 10 1968	38.77	36.57	3.7	49
49	30 10 1968	37.99	38.56	5.0	03
50	29 08 1969	38.00	36.50	4.2	00

NO	TARİH	ENLEM (K)	BOYLAM (D)	M	H (Km)
51	31 08 1969	37.79	38.08	4.0	00
52	05 09 1969	38.94	37.22	4.0	47
53	05 02 1970	38.20	37.80	4.0	33
54	15 06 1970	38.85	36.88	3.9	33
55	02 07 1970	38.87	36.81	4.9	19
56	24 08 1970	38.32	39.45	4.0	27
57	03 09 1970	39.60	38.78	5.2	22
58	13 10 1970	38.28	36.98	4.6	34
59	29 06 1971	37.11	36.85	5.1	35
60	29 06 1971	37.33	36.72	4.5	12
61	01 07 1971	37.17	36.91	4.5	37
62	11 07 1971	37.16	36.85	5.3	19
63	15 07 1971	37.20	36.80	4.6	34
64	17 08 1971	37.09	36.77	5.1	35
65	23 06 1974	38.75	39.17	4.5	75
66	15 07 1976	37.55	35.90	4.6	55
67	04 12 1978	38.07	37.43	4.6	37
68	19 05 1980	37.57	35.92	4.5	50
69	25 10 1980	37.97	38.61	4.5	64
70	20 01 1981	38.07	38.47	4.5	10
71	24 07 1981	37.91	38.09	4.3	10
72	29 07 1982	39.20	38.10	4.2	10
73	02 01 1983	37.87	38.18	4.5	10
74	10 03 1983	38.42	39.10	4.2	10
75	14 11 1983	39.55	39.58	4.3	10
76	24 11 1983	39.55	36.14	4.8	26
77	15 07 1984	38.78	38.03	4.6	10
78	11 09 1984	39.59	39.41	4.0	10
79	15 11 1984	37.16	36.12	4.2	41
80	22 06 1985	37.28	36.98	4.5	30
81	04 09 1985	38.90	37.00	4.3	84
82	24 04 1985	38.22	39.60	4.5	39
83	18 05 1985	37.10	36.40	4.1	54
84	23 01 1985	39.17	36.01	4.5	10
85	14 04 1985	38.16	38.52	0.0	33
86	23 04 1985	38.15	38.17	0.0	10
87	14 06 1985	38.44	39.42	4.2	10
88	05 05 1986	37.99	37.88	5.8	10
89	05 05 1986	38.08	37.86	4.6	10
90	05 05 1986	37.98	37.87	0.0	10
91	05 05 1986	37.97	37.82	3.8	10
92	07 05 1986	37.95	37.96	0.0	10
93	07 05 1986	38.05	38.02	4.2	10
94	06 06 1986	38.00	37.92	5.6	10
95	06 06 1986	38.02	37.87	4.6	10
96	06 06 1986	38.09	38.04	0.0	10
97	06 06 1986	37.99	37.95	0.0	10
98	06 06 1986	38.04	37.89	4.2	10
99	06 06 1986	37.67	37.98	4.6	10
100	06 06 1986	38.03	37.92	4.5	10

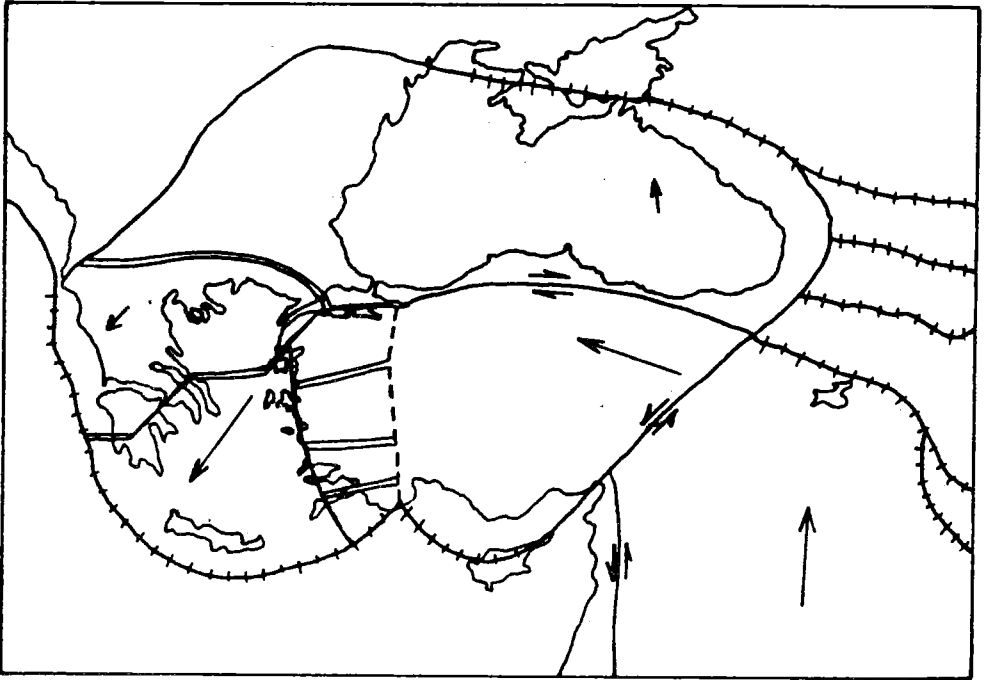
NO	TARİH	ENLEM (K)	BOYLAM (D)	M	H (Km)
101	09 06 1986	37.98	38.89	0.0	10
102	09 06 1986	37.99	37.88	4.3	10
103	10 06 1986	38.05	37.97	4.7	10
104	15 06 1986	38.04	37.93	4.4	10
105	15 06 1986	38.23	38.02	0.0	10
106	15 06 1986	38.01	37.86	4.3	10
107	17 06 1986	38.06	37.89	4.0	10
108	03 08 1986	37.20	37.30	5.0	11
109	05 08 1986	37.20	37.26	4.6	10
110	08 08 1986	37.95	37.70	4.6	10
111	10 09 1986	37.99	39.12	4.1	10
112	14 09 1986	37.64	36.01	0.0	10

Çizelge 2- İnceleme Bölgesinde Aletsel Dönemde Oluşan(1900-1986)
Depremlerin Listesi.

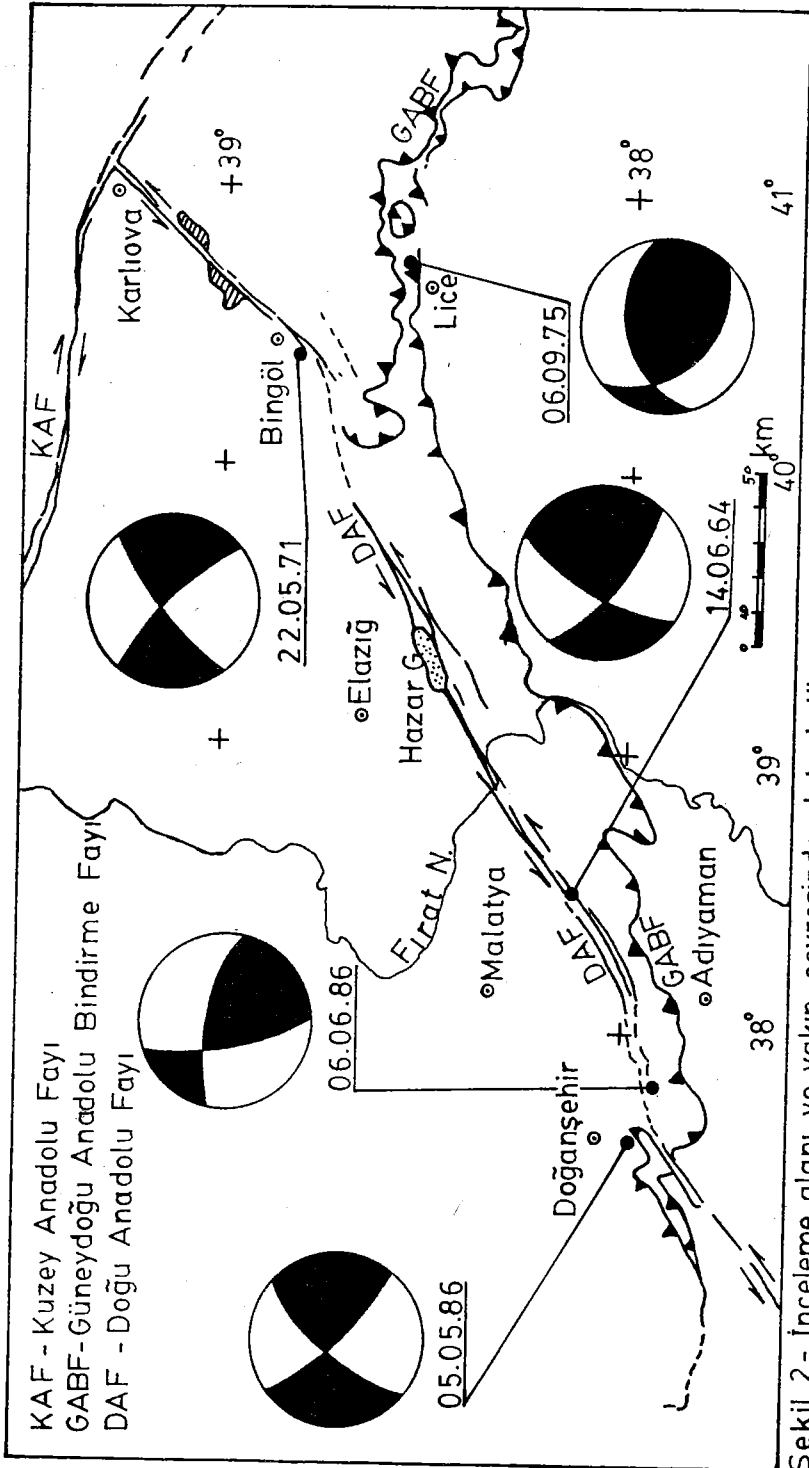
KAYNAKLAR

- Arpat,E. (1977a)."Lice Depremi".Yeryuvarı ve İnsan.Cilt 2 Sayı 1.
- Arpat,E.,Şaroğlu,F. (1972)."Doğu Anadolu Fayı İle İlgili Bazı Gözlemler ve Düşünceler".MTA Enstitüsü Dergisi.Sayı 78.
- Bayülke,N.,Büyükköse,N.,İnan,E.,Gencoğlu,S.,Koşan,U.,Hürata,A., Yılmaz,R. (1986)."5 Mayıs ve 6 Haziran 1986 Doğanşehir Depremleri Raporu".TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayınları.
- Büyükaşıkoğlu,S. (1980)."Sismolojik Verilere Göre Doğu Akdeniz'in Kuzeyinde ve Güneydoğu Anadolu'da Avrasya-Afrika Levha Sınırının Özellikleri".TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni.Sayı 29.
- Canitez,N.,Üçer,B. (1967b)."A Catalogue of Focal Mechanism Diagrams for Turkey and Adjoining Area".İTÜ Maden Fakültesi Arz Fizik Enstitüsü Yayınları.
- Dewey,J.W. (1976)."Seismicity of Northern Anatolia".Bull.Seis.Soc. Ame.,Vol.66.No.3.
- Eyidoğan,H. (1983)."Bitlis-Zağros Bindirme ve Kıvrımlı Kuşağının Sismotektonik Özellikleri".Doktora Tezi.İTÜ Maden Fakültesi Yayınları.
- Gül,S.,Bayülke,N. (1985)."Kuzey Anadolu'nun Depremselliği ve Erzurum'un Deprem Tehlikesi".TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni.Sayı 50.
- Hodgson,J.H.,Storey,R.S. (1953)."Tables Extending Byerly's Fault Plane Techniques To Earthquakes of Any Focal Depth".Bull. Seism.Soc.Ame.,Vol.43.Pp.49-61.

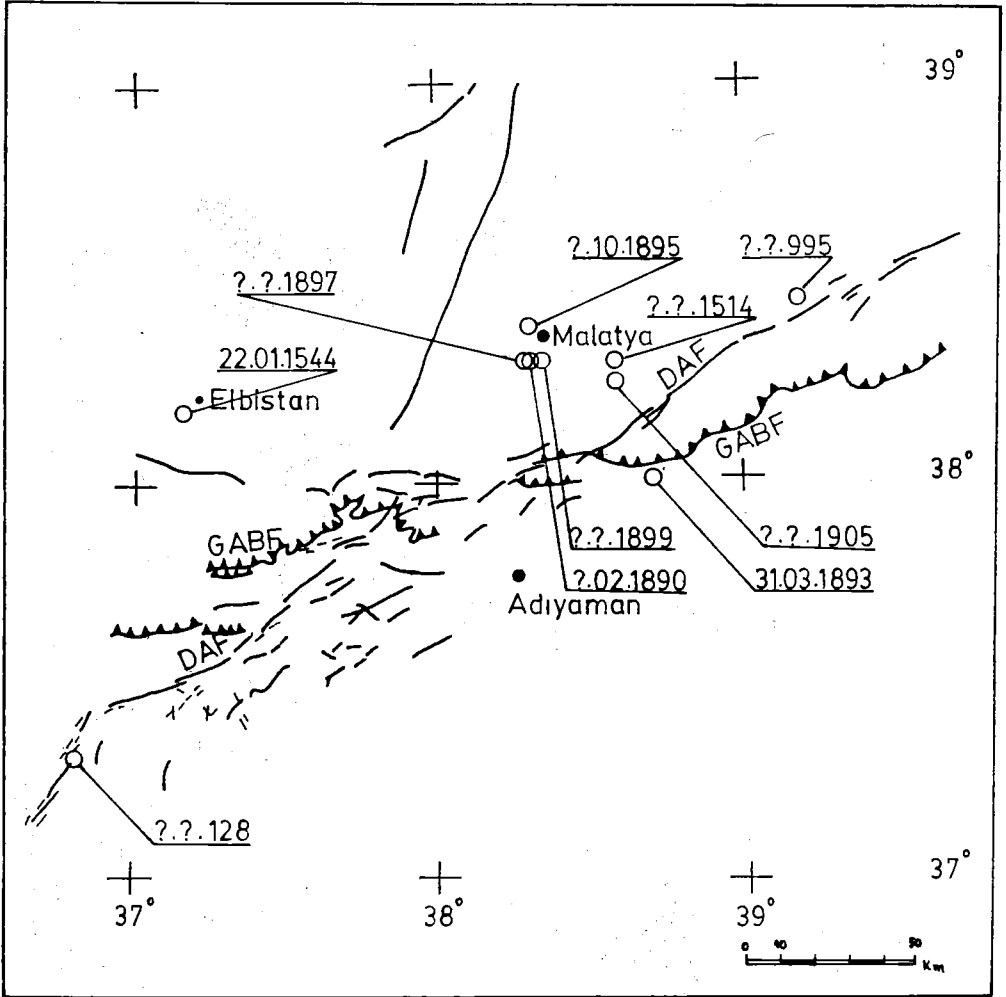
- McKenzie, D.P. (1972). "Active Tectonics of the Mediterranean Region". Geoph. Jour. Roy. Astro. Soc. Vol. 30. pp. 109-185.
- Seymen, İ., Aydın, A. (1972). "Bingöl Deprem Fayı ve Bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile İlişkisi". MTA Enstitüsü Dergisi Sayı 79.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Altınok, Y., Kolçak, D. (1981). "Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu". TÜBİTAK Proje No. TBGA 341. İstanbul.
- Tezuçan, L. (1976). "Doğu Anadolu Fayı ve Çevresindeki Depremlerin Odak Mekanizması Çözümleri". Lisansüstü Tezi. İÜ. Fen Fak. Jeofizik Kürsüsü Yayınları.
- Tezuçan, L. (1979). "Lice Depremi Odak Mekanizması Çözümü". MEB İstanbul Kandilli Rasathanesi Yayınları.



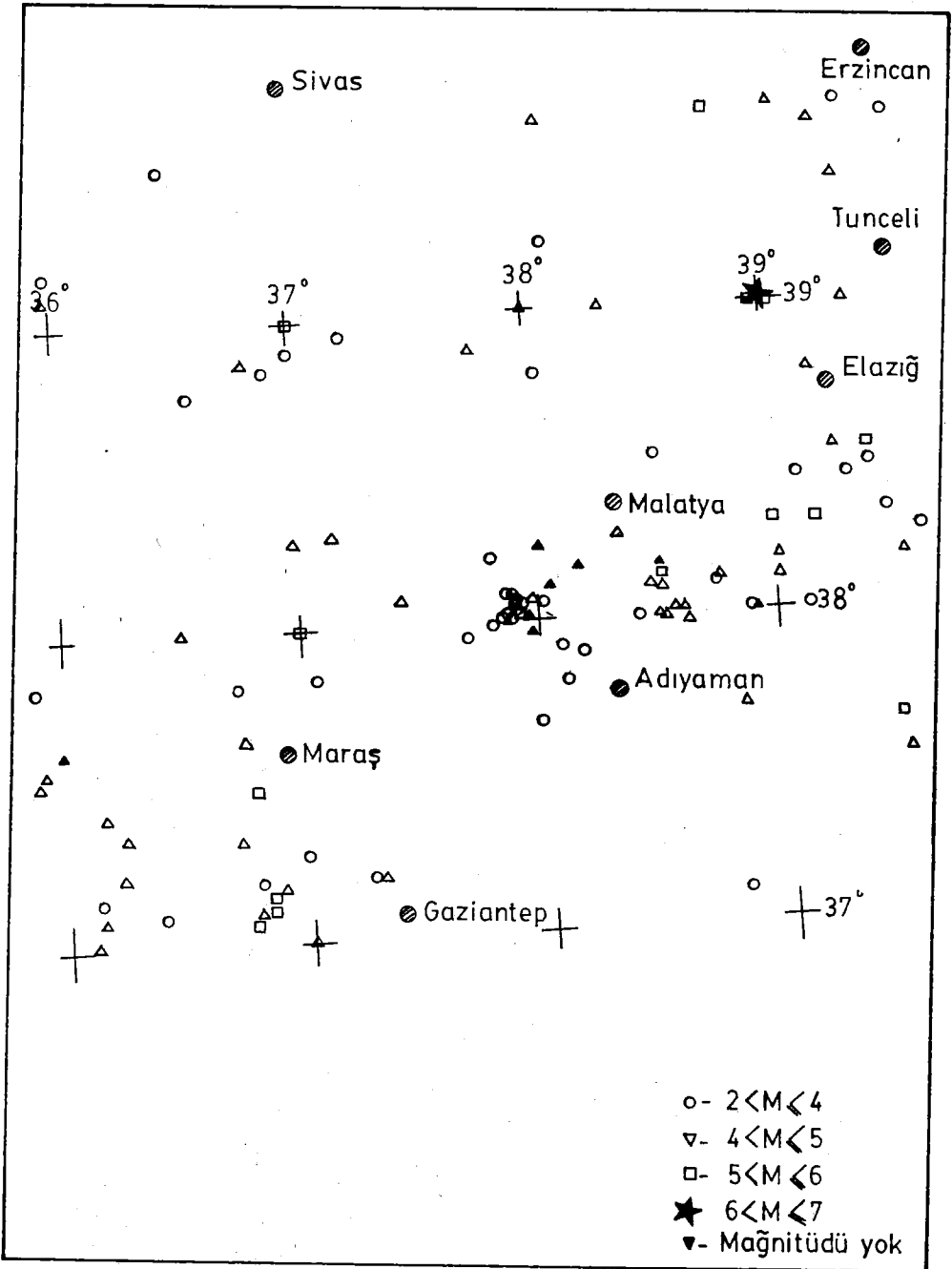
Şekil 1 - Türkiye ve çevresinin levha tektoniği modeli (McKenzie, 1978).



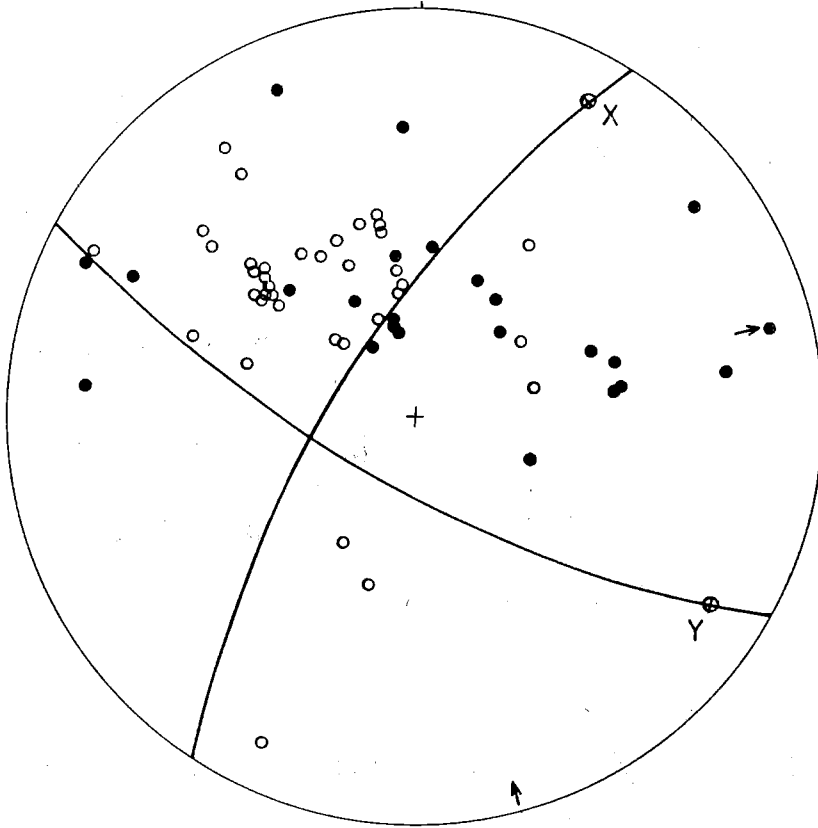
Şekil 2- İnceleme alanı ve yakın çevresinde atetsel dönemde (1900 den sonra) oluşan yıkıcı depremlerin odak mekanizması çözümleri ve bunların kırık sistemleriyle olan ilgisi (kırık haritası Bayülke ve diğ. 1986'dan alınmıştır).



Şekil 3- Bölgenin tarihsel depremleri ve güncel kırıkların konumu [Kırık haritası Bayülke ve diğ (1986) dan alınmıştır].



Şekil 4- Araştırma bölgesi ve yakın çevresinin 1900-1987 yılları arasındaki deprem dağılımı.



p dalgası verileri

● kompresyon

○ dilatasyon

14-06-64

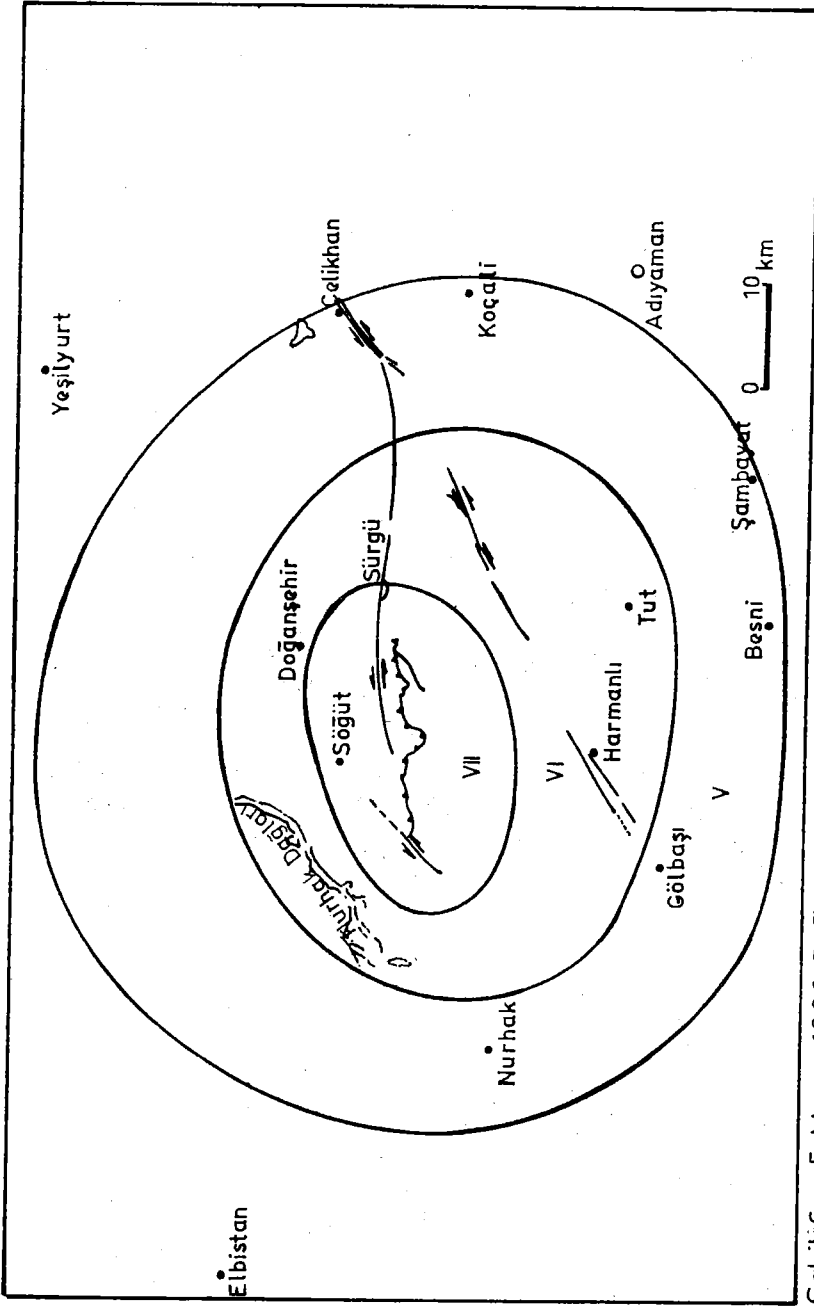
$M_S = 6.0$

$h = 3 \text{ Km}$

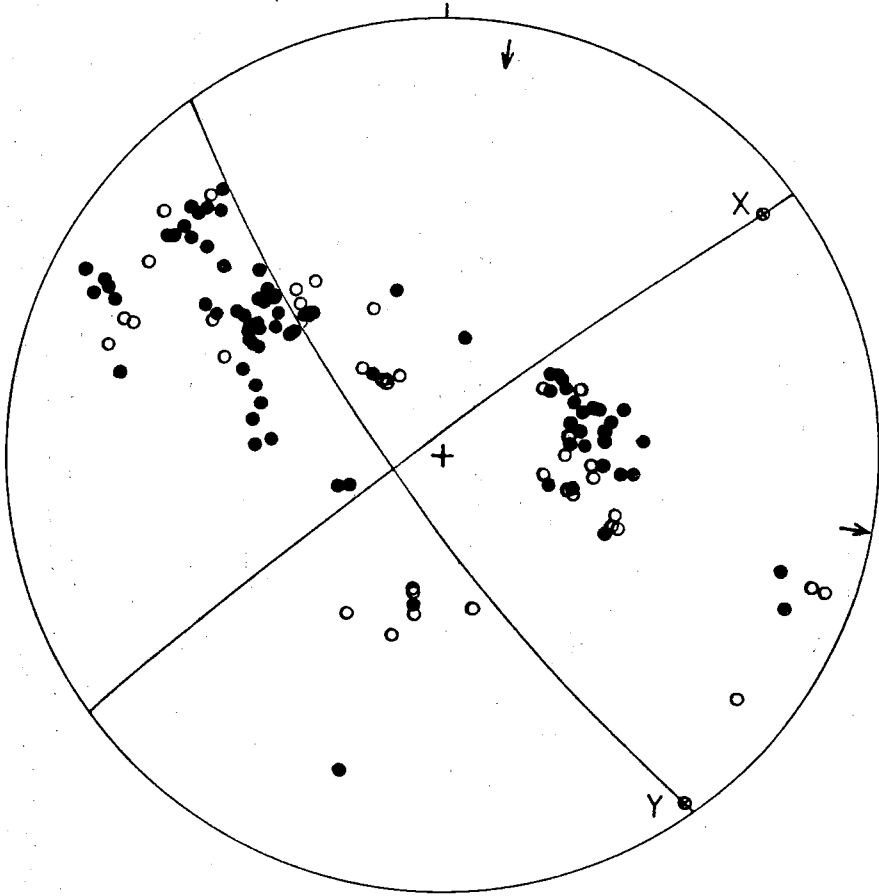
38.13 K- 38.51 D

Eksen	P	T	B	X	Y
Doğrultu	165	75	260	28	121
Dalım	2	20	70	13	16

Şekil 5



Şekil 6 - 5 Mayıs 1986 Doğanşehir Depreminin Eşşidet Haritası. Bayülke ve diğ (1986)'den Kısmen Sadeleştirilerek Alınmıştır.



05-05-86

 $M_S = 5.8$ $h = 10 \text{ Km}$ p dalgası verileri

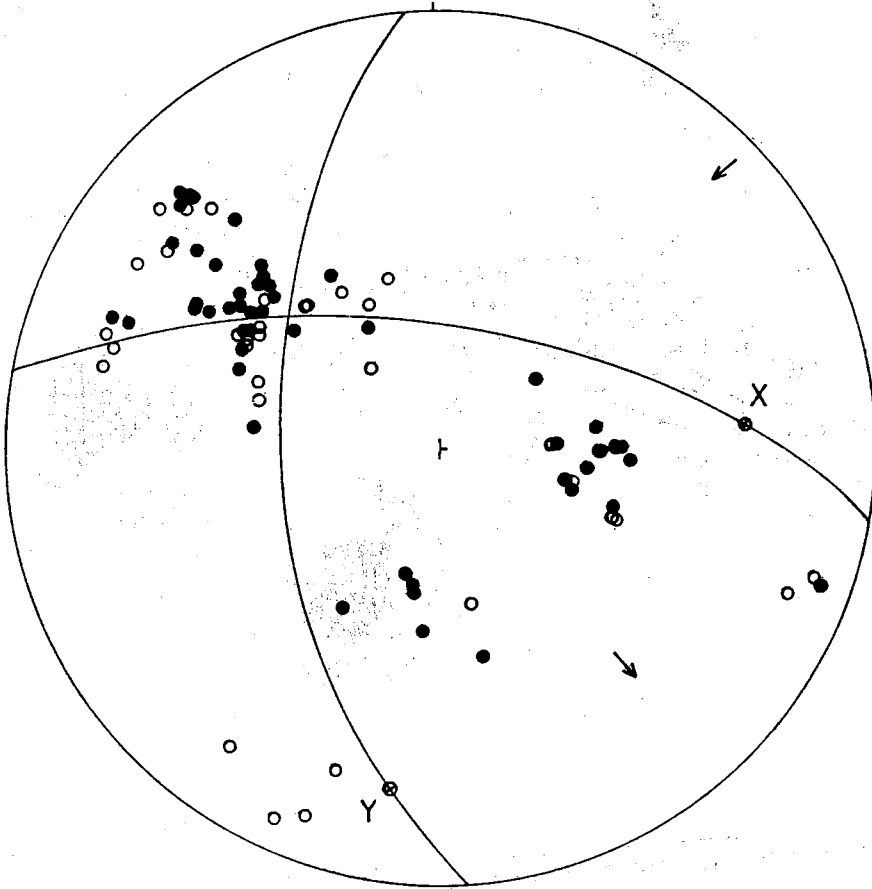
● kompresyon

○ dilatasyon

37.99K - 37.89D

Eksen	P	T	B	X	Y
Doğrultu	8.9	99	252	52	145
Dalım	3.6	7.2	82	9	3

Şekil 7



06-06-86

 $M_S = 5.6$ $h = 10 \text{ Km}$ p dalgası verileri

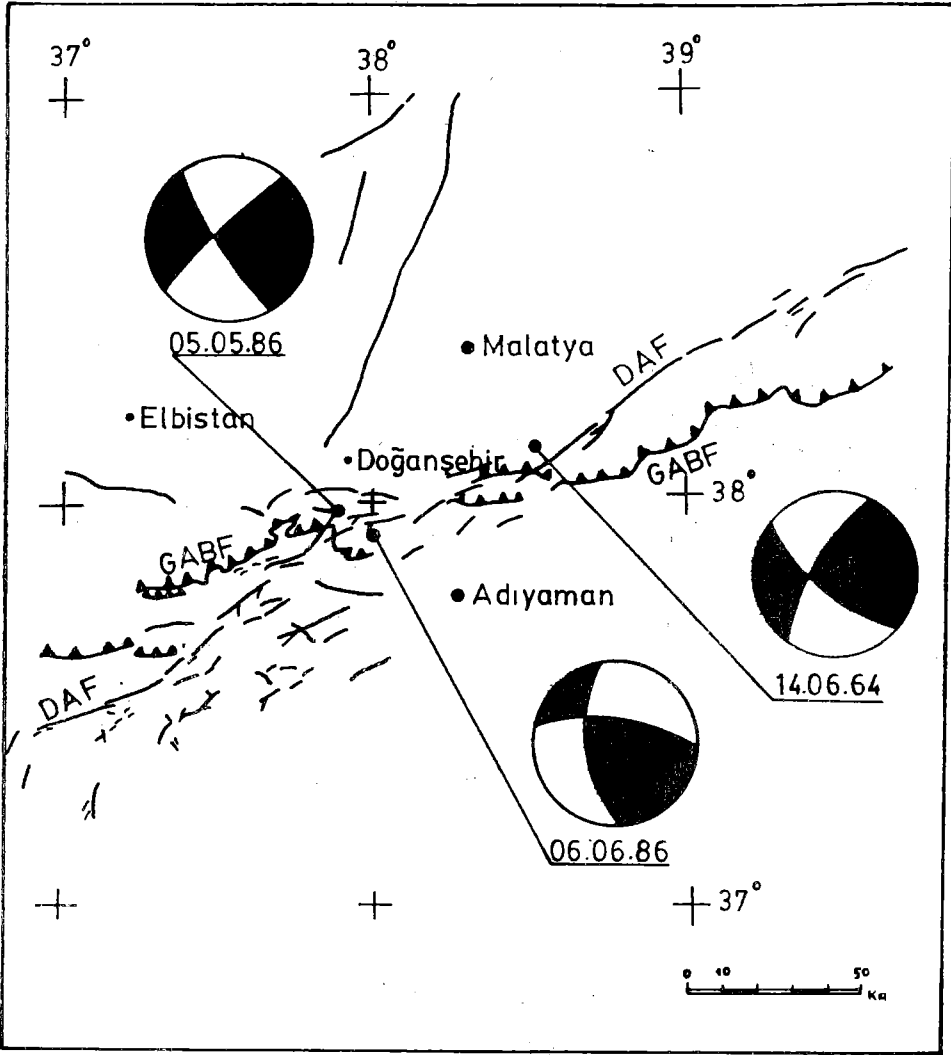
● kompresyon

○ dilatasyon

38.00K- 37.92D

Eksen	P	T	B	X	Y
Doğrultu	47	140	311	86	190
Dalım	4.5	38	52	33	26

Şekil 8.



Şekil 9 - Odak mekanizması çözüm diyagramları.